



CITTÀ DI VIAREGGIO

e 17) RELAZIONE TECNICA INDAGINI GEOFISICHE HVSR

Sindaco

GIORGIO DEL GHINGARO

Assessore alla rigenerazione urbana e del territorio

FEDERICO PIERUCCI

Dirigente Unità di Staff Politiche del Territorio - Responsabile

GIOVANNI MUGNANI

Garante della Comunicazione

IVA PAGNI

Unità di Staff Politiche del Territorio

Funzionari

Cesare Berti | Cristiana Bertuccelli
Antonio Bresciani | Claudia Fruzza
Luigi Gazzentini | Giuliano Pardini
Paola Gemma Paoli | Eleonora Lencioni
Sabrina Petri | Dino Pierotti

Collaboratori

Luca Dal Pino | Luca Del Carlo | Domenico Festa
Eleonora Gianneccchini | Domenico Marocco
Leonardo Matteucci | Pier Camillo Mattioli
Claudio Opulo | Domenico Vinci

con il contributo di:

Comune di Viareggio, Ufficio Statistica
Sergio Baccelli

Provincia di Lucca, Ufficio Statistica
Lorenzo Maraviglia

SIGI - Mo.Ver. s.p.a.
Antonio Lazzini | Andrea Nesi
Antonio Pezzella



Progettazione urbanistica

Fabio Lucchesi (DIDA) | Fabio Nardini

Viabilità e mobilità dolce

Francesco Alberti (DIDA) | Sabine Di Silvio

Valutazione Ambientale Strategica

Giovanni Belletti (DISEI) | Marco Mancino

Resilienza urbana e sistema del verde

David Fanfani (DIDA) | Martina Romeo

Processo di partecipazione

Luca Toschi (DSPS) | Eugenio Pandolfini

Collaboratori esterni

Nicola Bianchi | Marina Visciano

Studi geologici

Enrico Galigani | Marco De Martin Mazzalon

APPROVAZIONE

2019

OGGETTO:	INDAGINI GEOFISICHE	
TIPOLOGIA:	HVSR	DATA INDAGINE:
		Aprile 2019
LOCALITA':	COMUNE DI VIAREGGIO (LU)	

INDAGINI HVSR:

Strumentazione utilizzata: tromografo digitale (Tromino® di MoHo s.r.l.) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN.

L'ubicazione delle prove è riportata nelle tavole allegate; le indagini sono state posizionate sulla base CTR - Fonte dei dati Regione Toscana:

dataset "sezione di Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000" Sezione 260110 Titolo: Viareggio Ovest - Sezione 260120 Titolo: Viareggio Est - Sezione 260150 Titolo: Spiaggia della Macchia- Sezione 260160 Titolo: Torre del Lago Puccini Est; dataset "sezione di Carta Tecnica Regionale scala 1:2.000: Fogli 20E42, 20E51, 20E50, 20E58, 20E59, 19E02,19E03, 19E12, 19E11, 19E19, 19E28 e 19E35.

Nella tabella seguente si riportano, per ogni indagine tromografica, la denominazione, le coordinate Gauss Boaga, i parametri di acquisizione e la data di esecuzione:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR				
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga	Durata acquisizione	Frequenza di campionamento	Data acquisizione
HVSR1	X= 1599906 Y= 4860277	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR2	X= 1601276 Y= 4859566	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR3	X= 1599561 Y= 4859167	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR4	X= 1600795 Y= 4858540	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR5	X= 1602020 Y= 4857509	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR6	X= 1600815 Y= 4857029	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR7	X= 1601547 Y= 4855282	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR8	X= 1602771 Y= 4855882	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR9	X= 1603870 Y= 4853491	20 min	128 Hz	23.04.2019
HVSR10	X= 1601311 Y= 4852667	20 min	128 Hz	23.04.2019

Tabella riassuntiva indagini tromografiche.

I risultati ottenuti dall'esecuzione delle singole indagini tromografiche, elaborate attraverso il software Grilla 7.6 di MoHo srl., sono stati verificati secondo le linee guida Sesame; in particolare, nella tabella sottostante si riporta la legenda relativa ai parametri verificati e ai criteri utilizzati.

Legenda Criteri Sesame, 2005

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni singola indagine tromografica, i valori della frequenza di picco e i valori di picco.

Denominazione	frequenza di picco	valore di picco
HVSR1	0.36 Hz	7.8
HVSR2	0.39 Hz	8.1
HVSR3	0.30 Hz	5.2
HVSR4	0.34 Hz	6.8
HVSR5	0.38 Hz	8.1
HVSR6	0.33 Hz	4.7
HVSR7	0.31 Hz	6.0
HVSR8	0.34 Hz	6.2
HVSR9	0.34 Hz	8.4
HVSR10	0.27 Hz	4.2

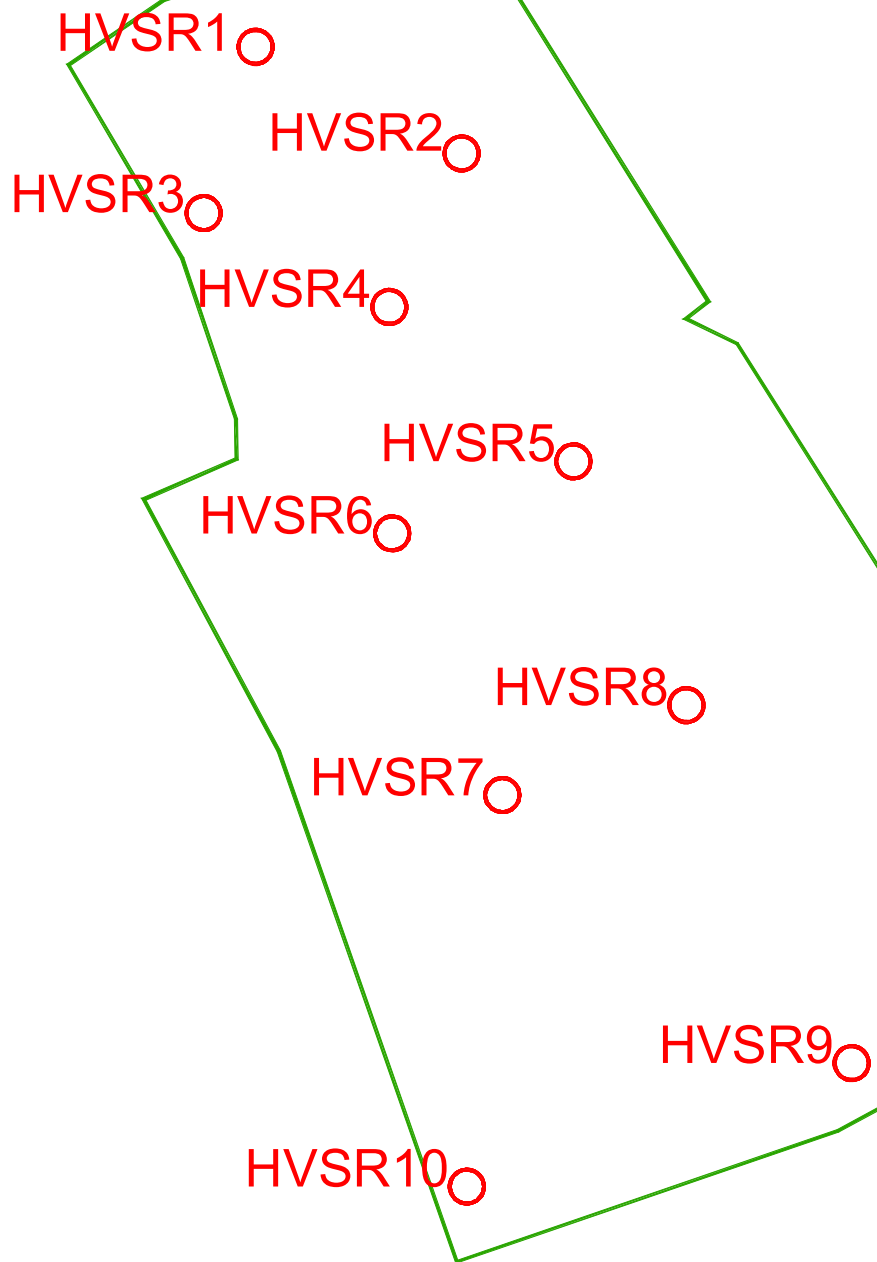
Tabella frequenze di risonanza evidenziate nelle misure effettuate.

Nella tabella seguente è riportata la classificazione della qualità delle misure tromografiche eseguite così come definita da *Albarello Castellaro* "Tecniche sismiche passive: indagine a stazione singola" Ingegneria Sismica Anno XXVIII – n.2 – 2011.

Denominazione misura	<i>Durata misura (>15-20 min)</i>	<i>Stazionarietà del segnale</i>	<i>Isotropia del segnale (<30% max)</i>	<i>Assenza di disturbi significativi</i>	<i>Plausibilità fisica</i>	<i>Robustezza statistica (SESAME)</i>	<i>Presenza di picchi significativi</i>	Classe di qualità
HVSR1	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR2	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR3	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR4	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR5	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR6	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR7	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR8	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR9	si	si	si	si	si	si	si	A1
HVSR10	si	si	si	si	si	si	si	A1

Classificazione della qualità delle misure di microtremore ambientale ai fini della microzonazione sismica. Verifica dei criteri di qualità.

Per ogni indagine HVSR si riportano il grafico della curva sperimentale H/V con lisciamento al 10%, la serie temporale H/V, lo spettro indicante la direzionalità del rumore, gli spettri delle tre componenti del moto in velocità con lisciamento al 10% e all'1% e la tabella con i risultati delle verifiche eseguite secondo le linee guida Sesame.

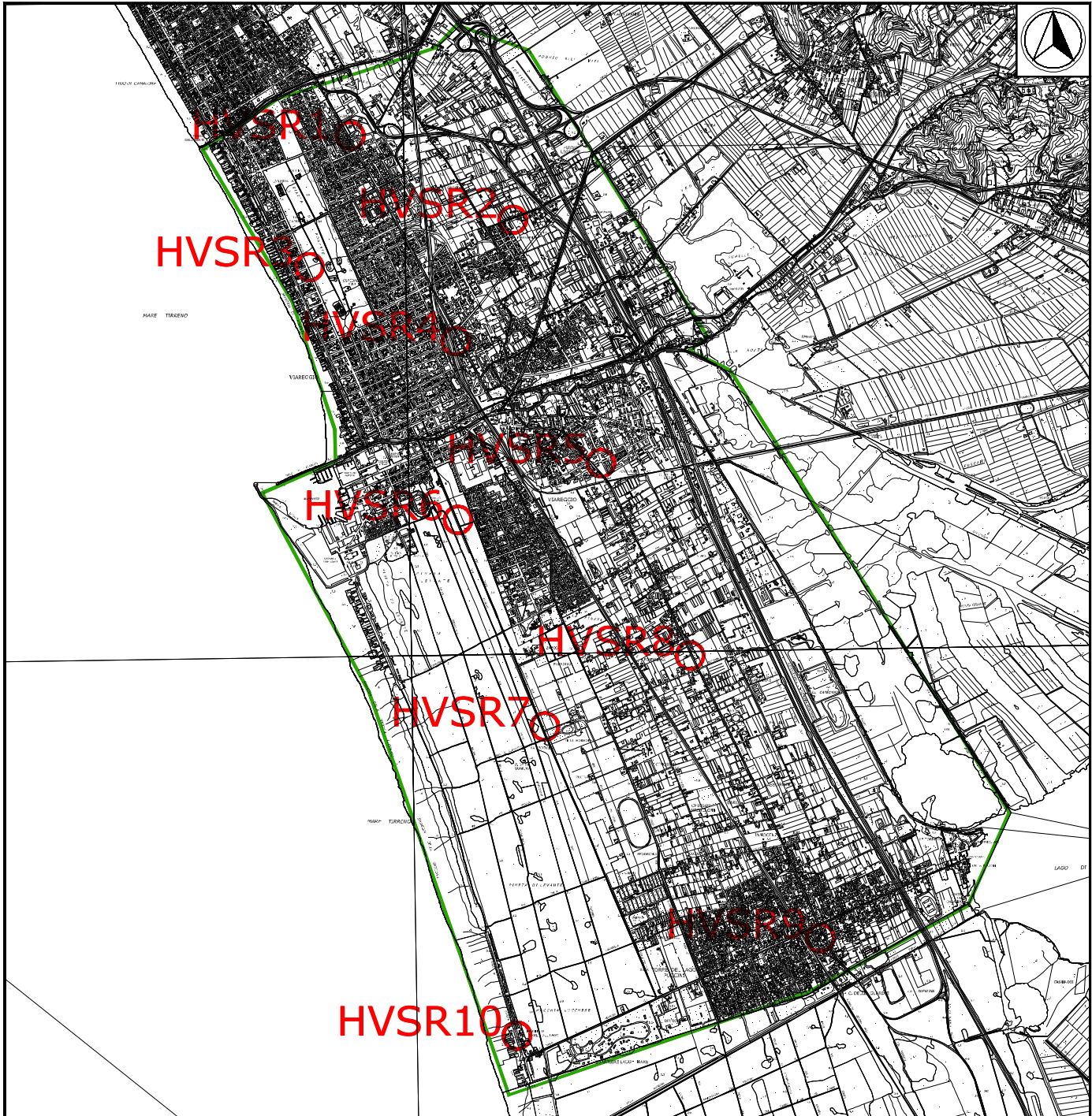


Legenda

HVSR_o Ubicazione indagini tromografiche

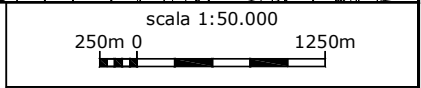
scala 1:50.000
250m 0 1250m

Ubicazione indagini in sismica passiva – Schema.



Legenda

HVSR₀ Ubicazione indagini tromografiche



Ubicazione indagini in sismica passiva su base CTR 10.000.

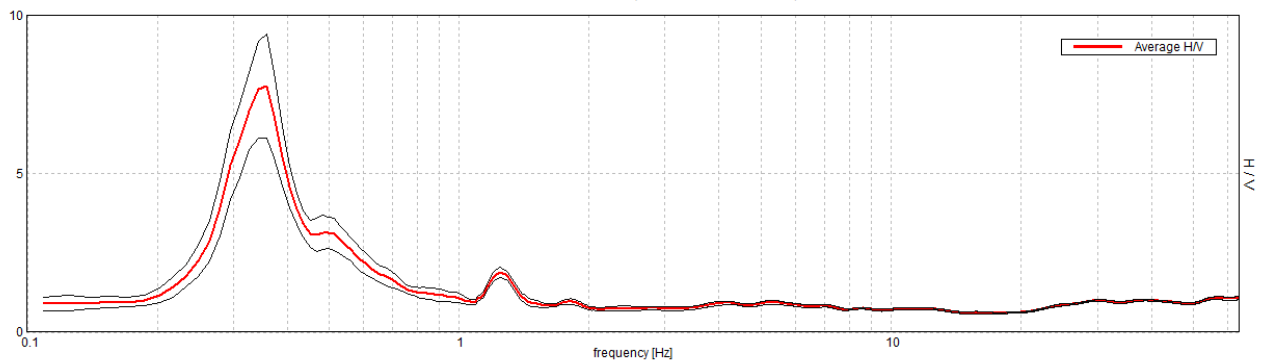
J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, LARGO RISORGIMENTO HVSr1

Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 08:22:54 Fine registrazione: 24/04/19 08:42:53
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

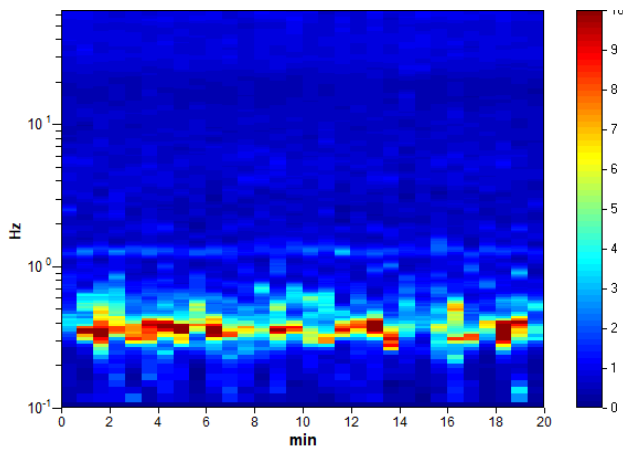
Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

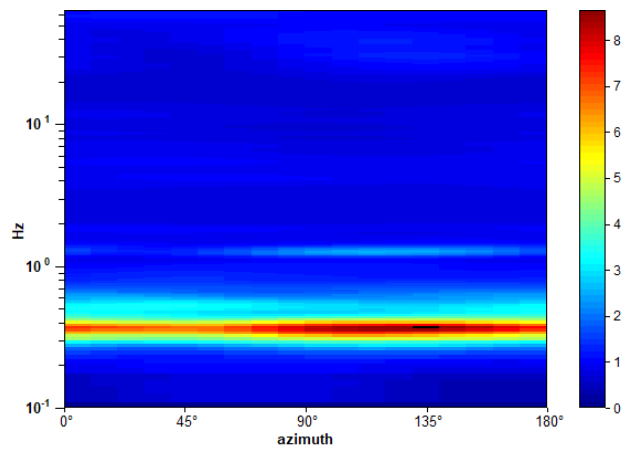
Picco H/V a 0.36 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



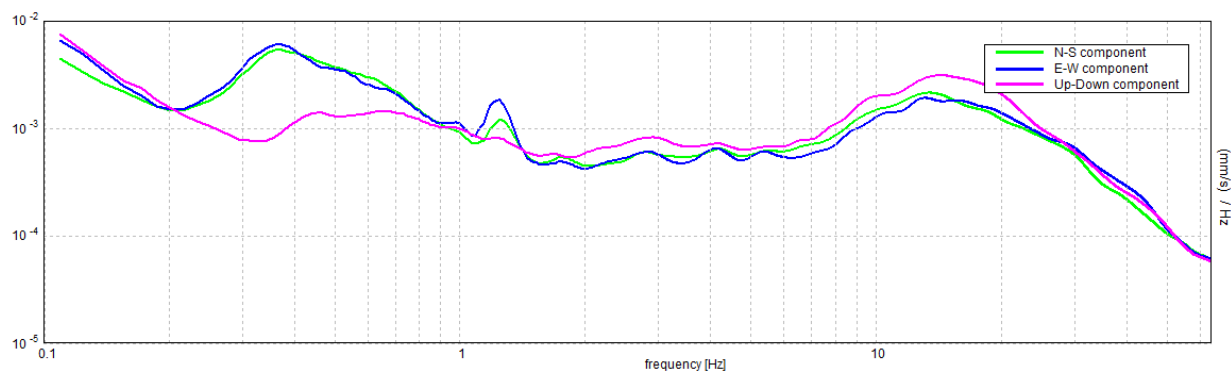
SERIE TEMPORALE H/V



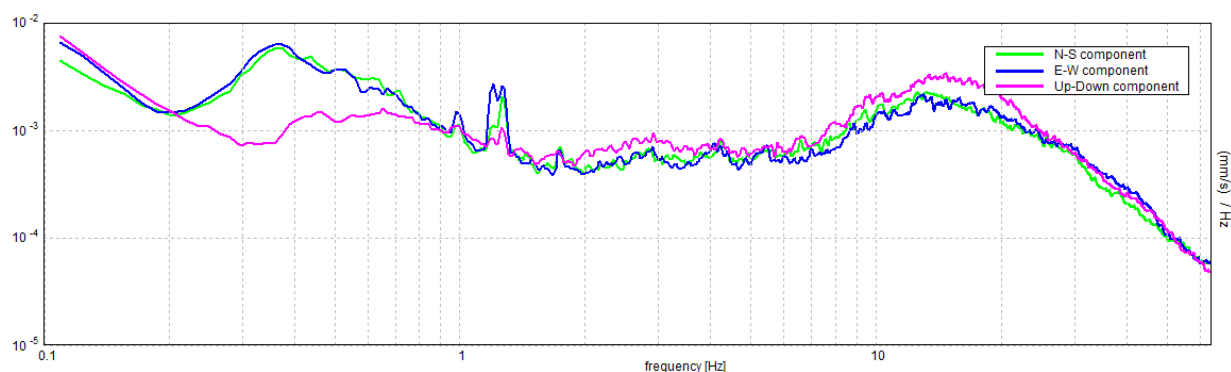
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR1. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.36 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

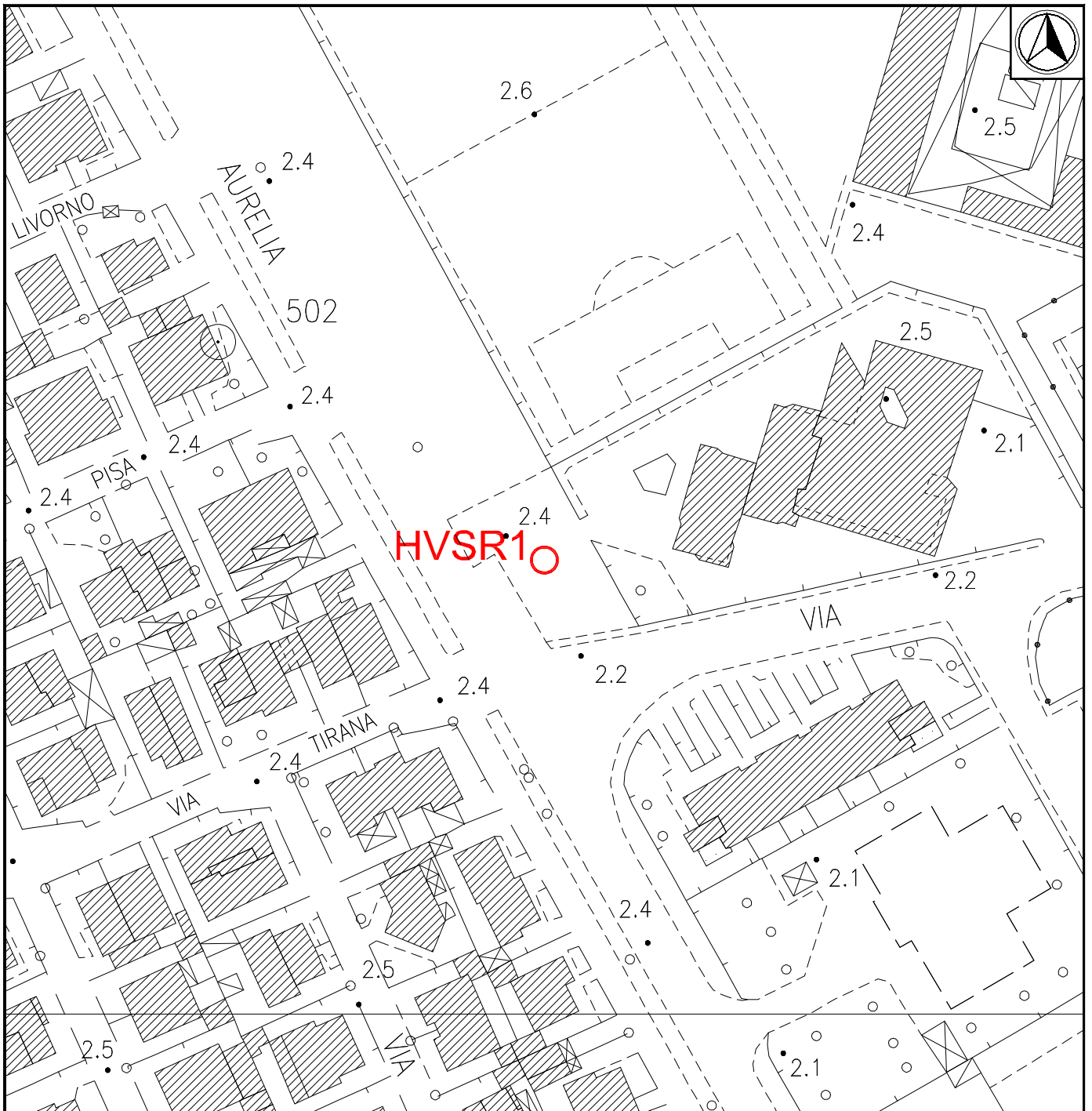
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.36 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$431.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 36	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

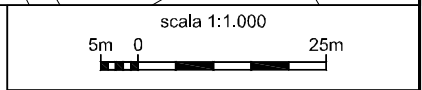
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.266 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.422 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$7.77 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0442 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01588 < 0.07188$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.6386 < 2.5$	OK	



Legenda

HVSr1 Ubicazione indagine tromografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSr1. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVSr1 - Documentazione fotografica.

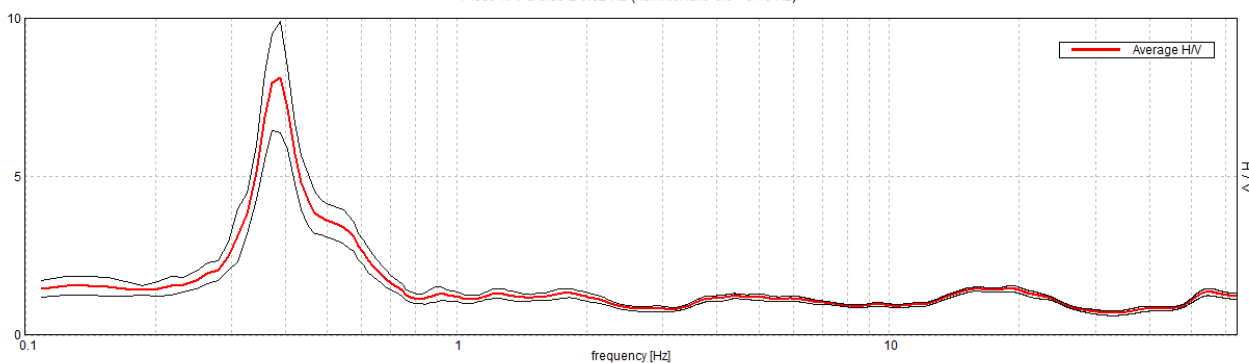
J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIA DELLA MIGLIARINA HVSR2

Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 08:59:25 Fine registrazione: 24/04/19 09:19:24
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

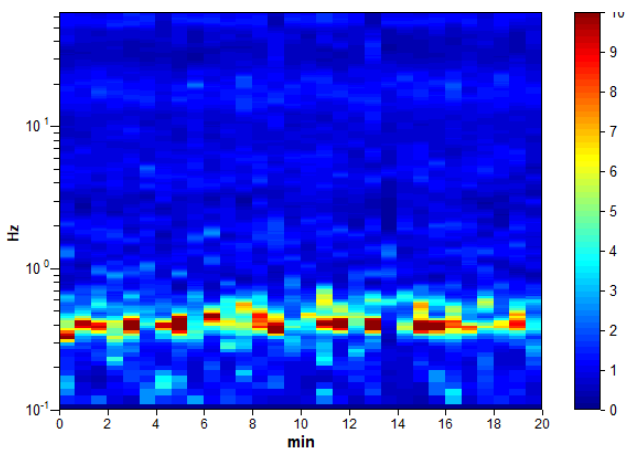
Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

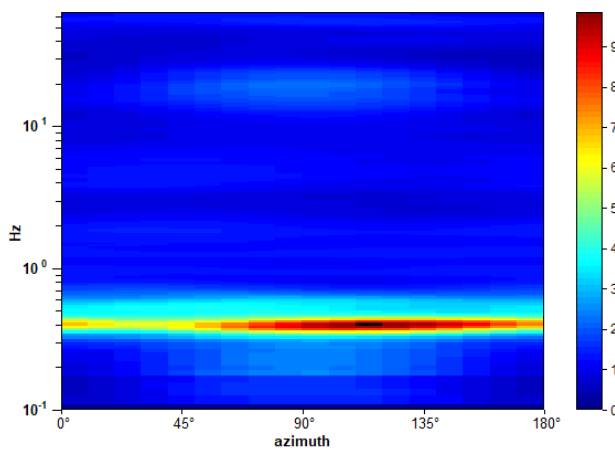
Picco H/V a 0.39 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



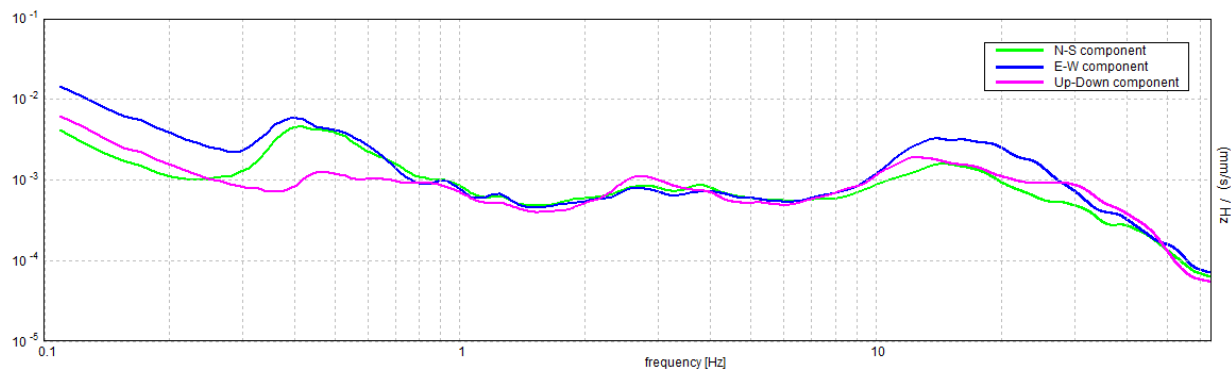
SERIE TEMPORALE H/V



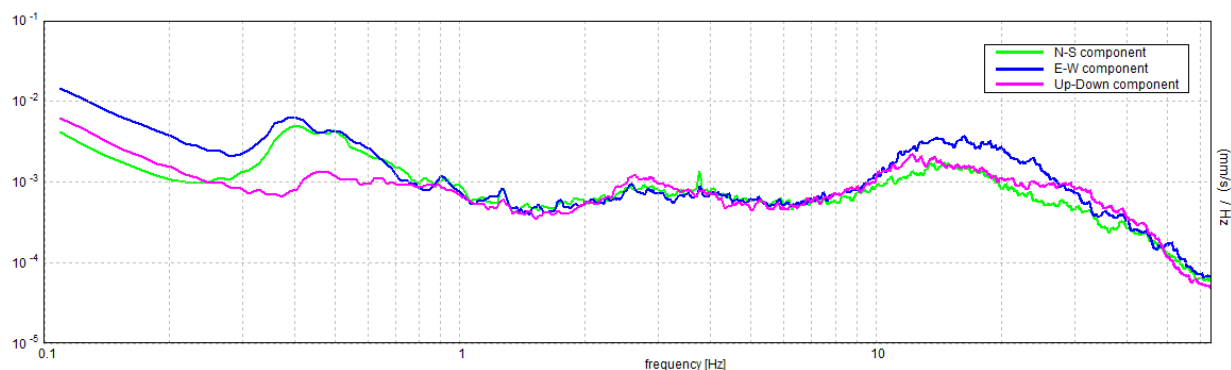
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR2. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.39 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

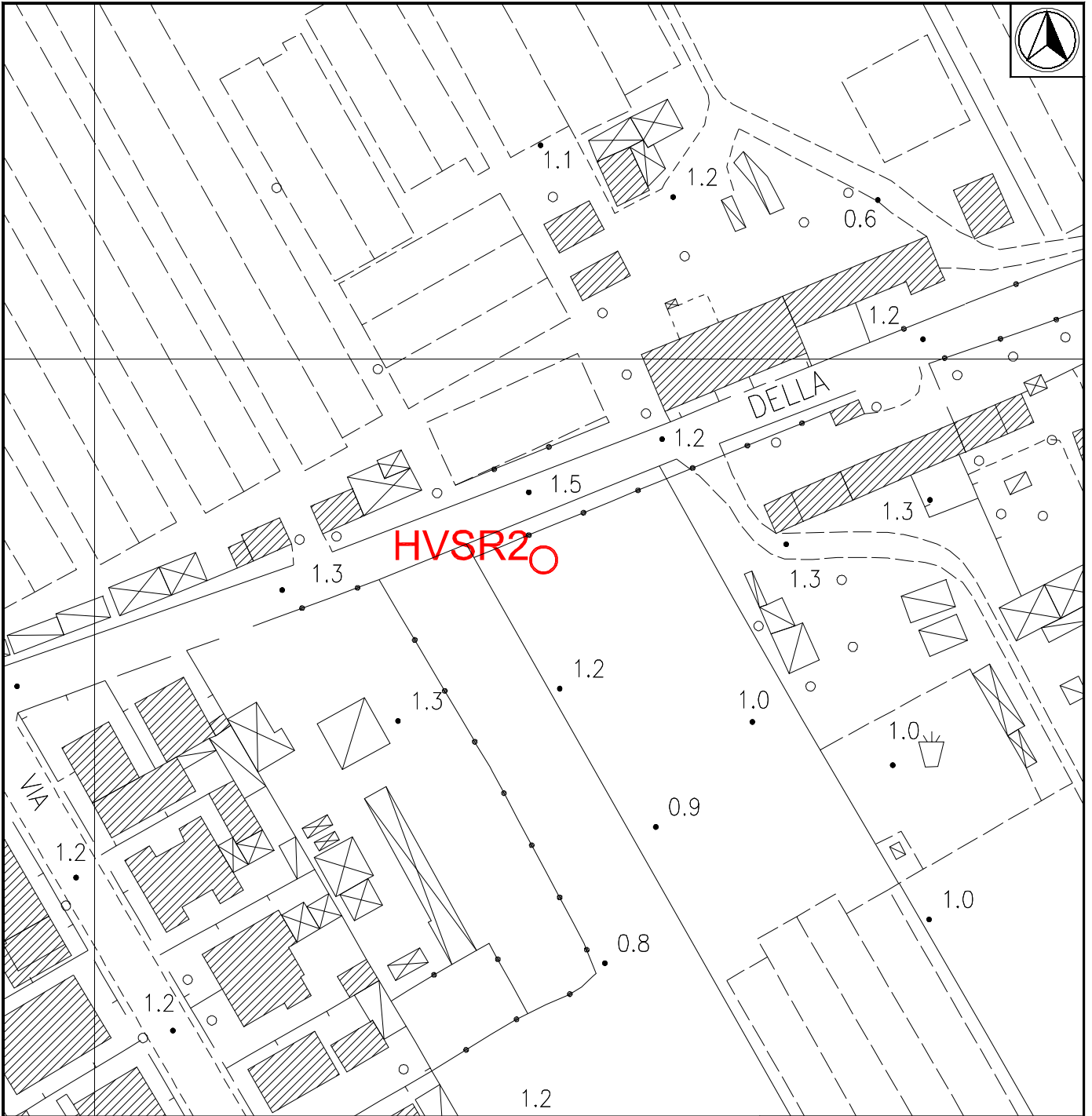
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.39 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$468.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 38	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

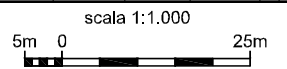
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.328 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$8.13 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05164 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02017 < 0.07813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.7511 < 2.5$	OK	



Legenda

HVSR2 Ubicazione indagine tomografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR2. Dettaglio.



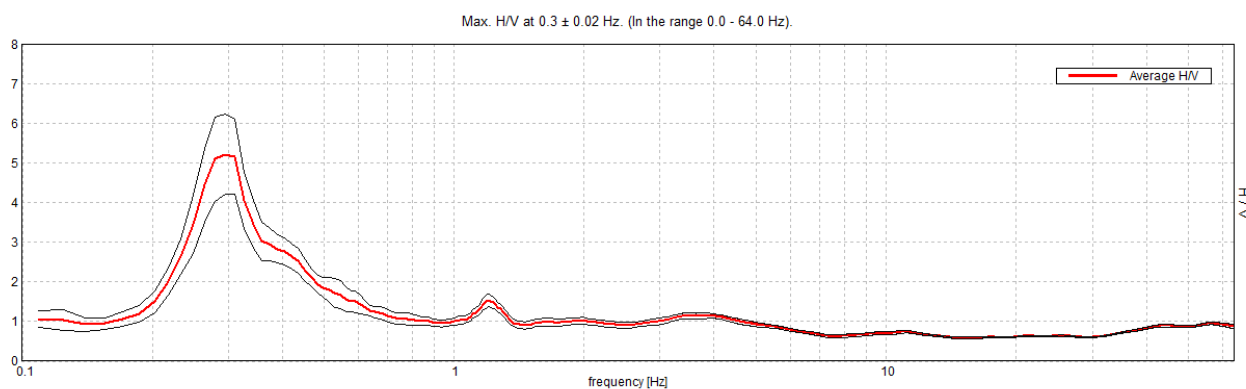
Indagine Tromografica – HVSR2 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIALE M. BUONARROTI HVSR3

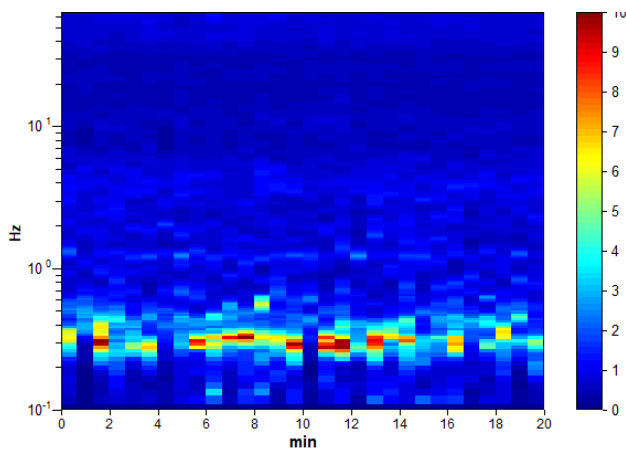
Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 09:32:32 Fine registrazione: 24/04/19 09:52:31
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

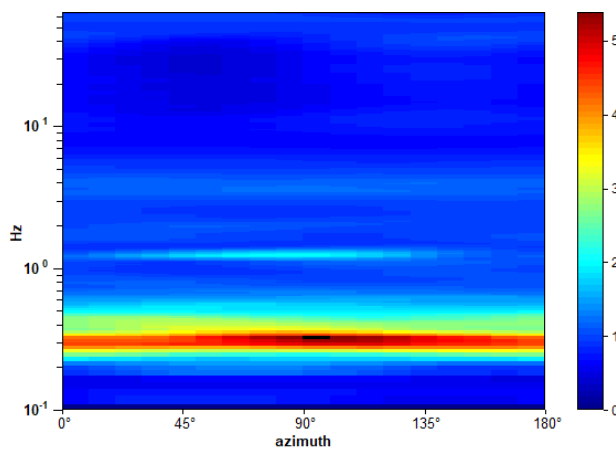
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



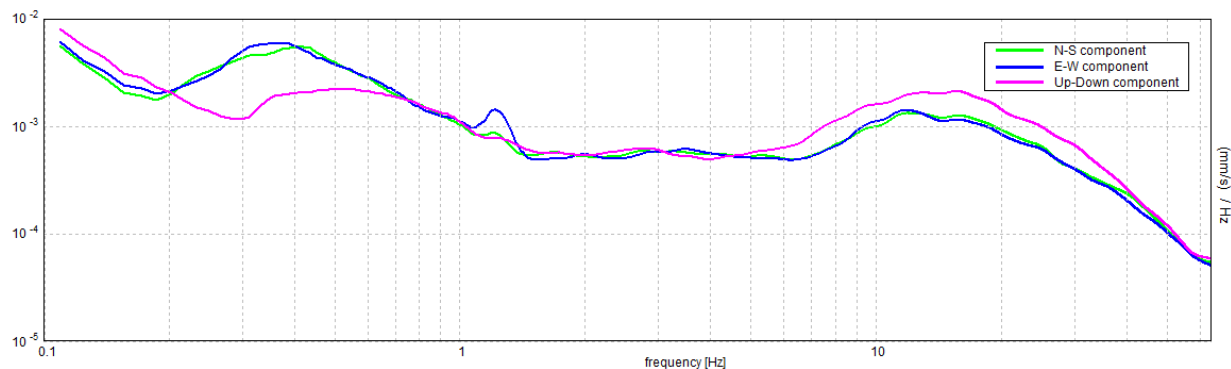
SERIE TEMPORALE H/V



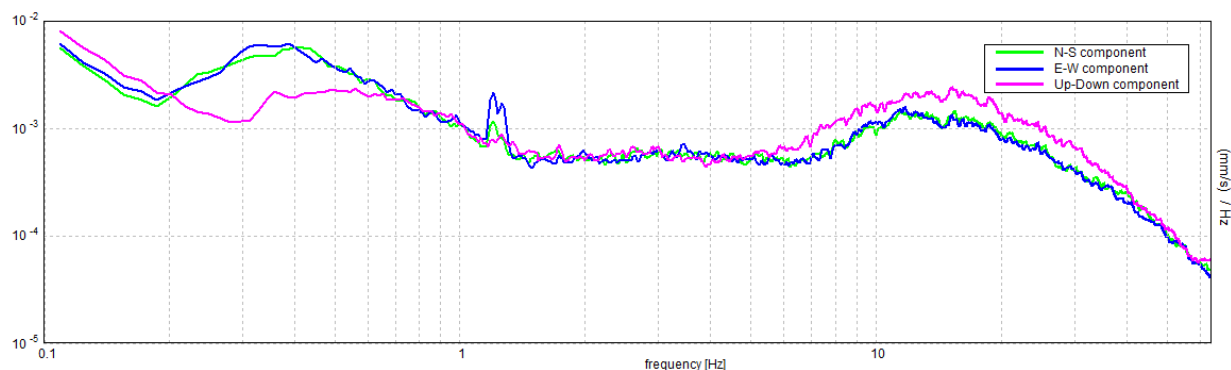
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR3. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.3 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

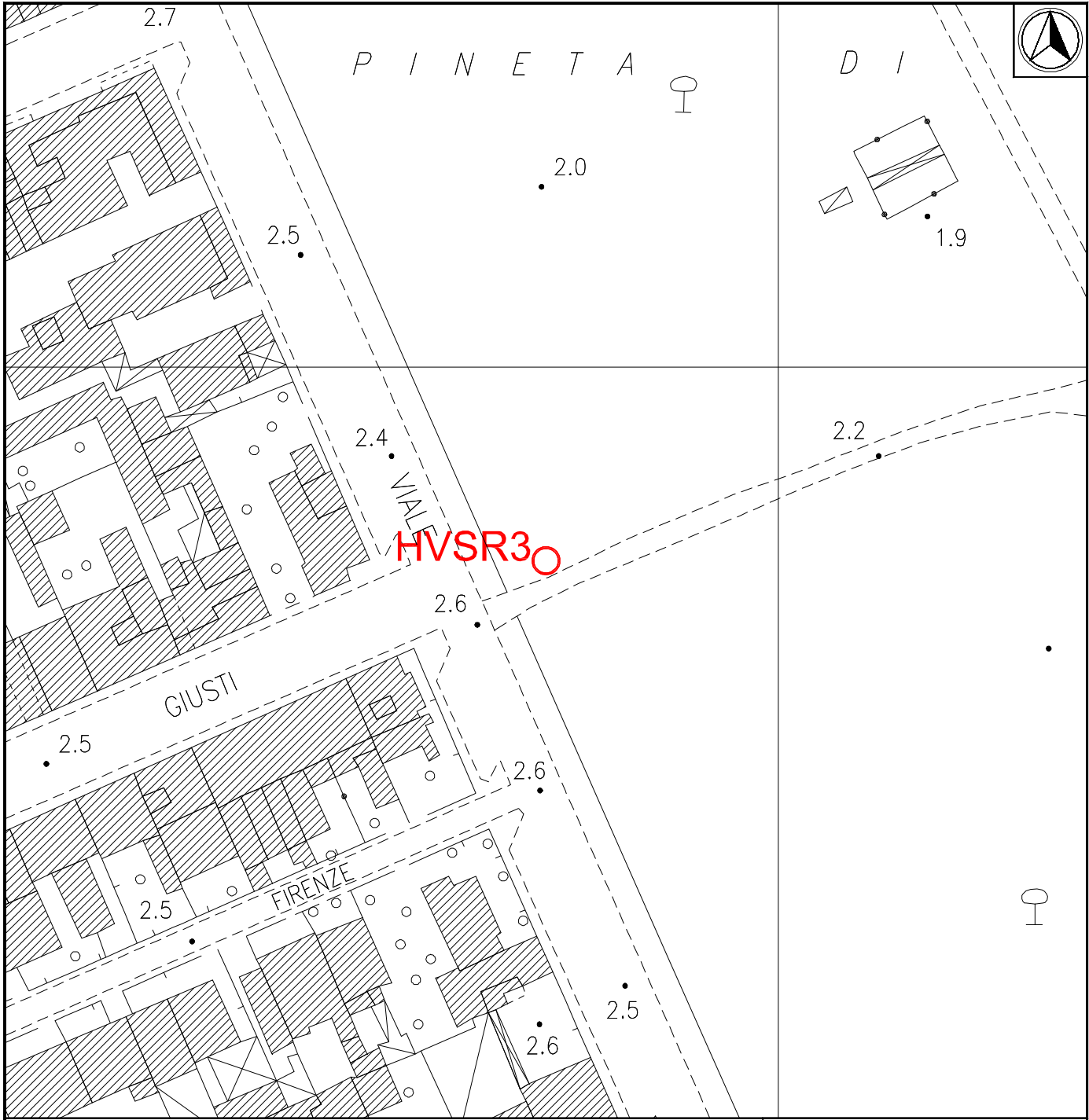
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$356.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

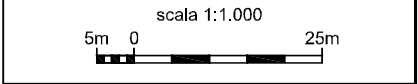
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.22 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05766 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01712 < 0.05938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0059 < 2.5$	OK	



Legenda

HVSR3 Ubicazione indagine tromografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR3. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVSR3 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, LARGORISORGIMENTO STAZIONE HVSR4

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 24/04/19 10:12:37 Fine registrazione: 24/04/19 10:32:36

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

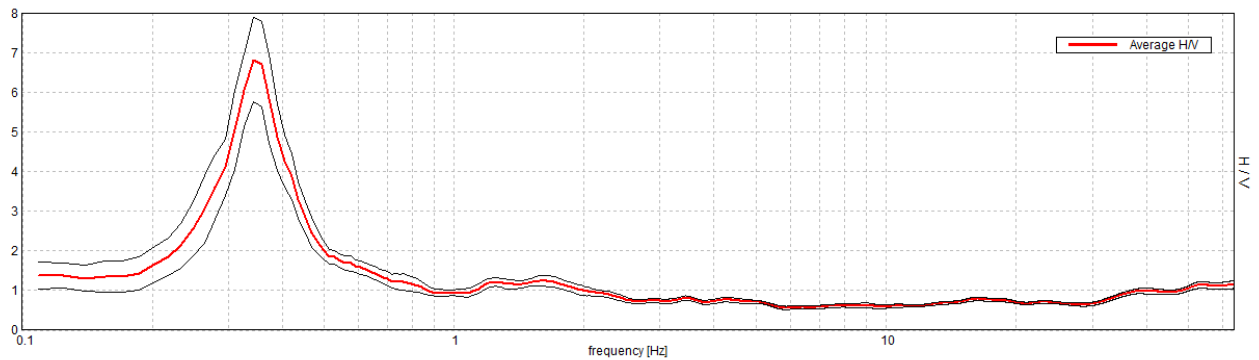
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

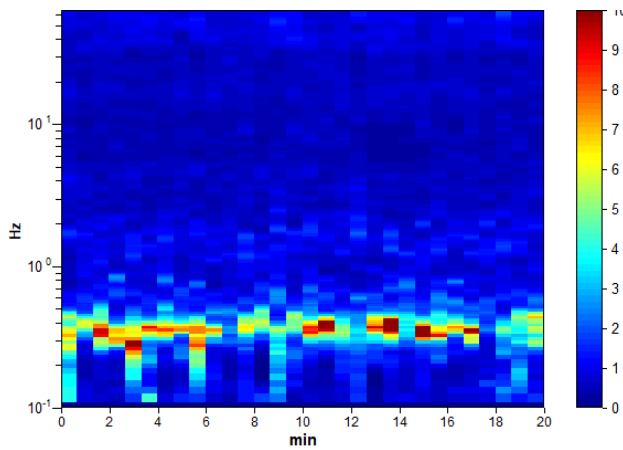
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

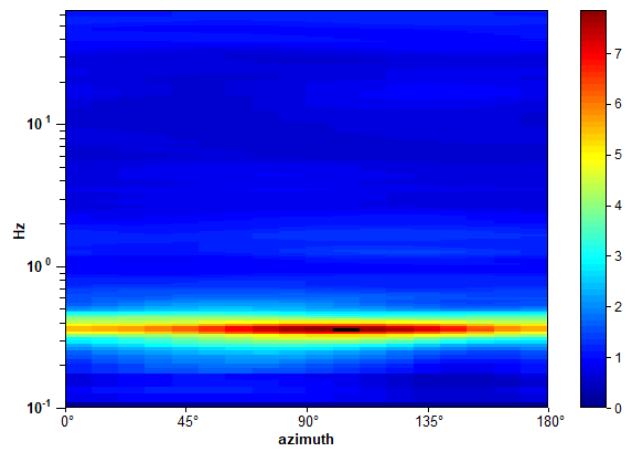
Max. H/V at 0.34 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



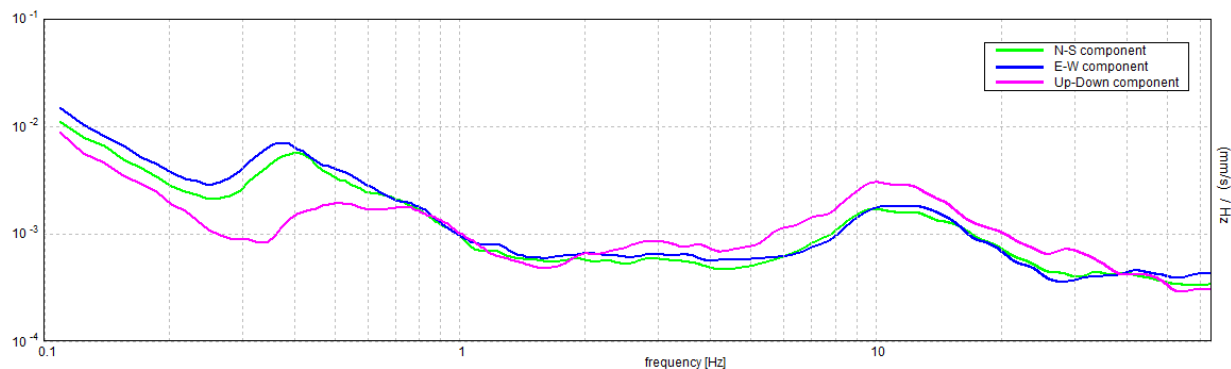
SERIE TEMPORALE H/V



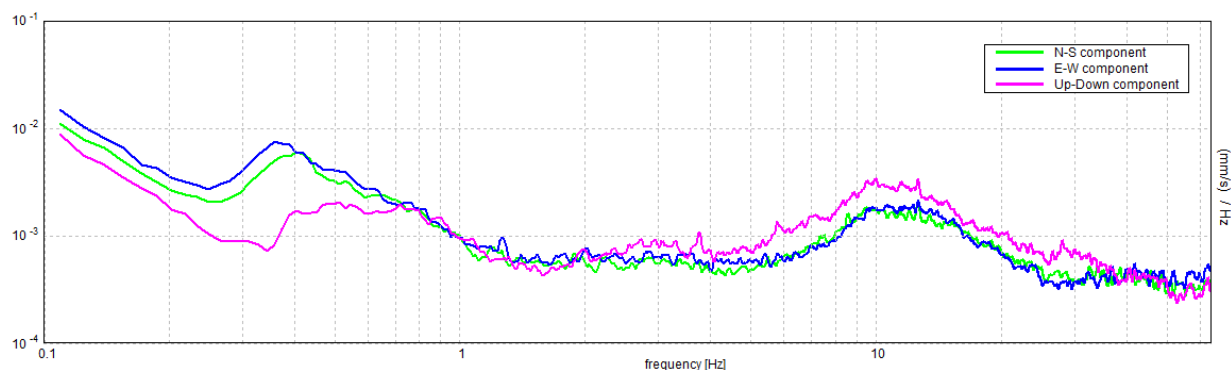
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR4. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.34 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

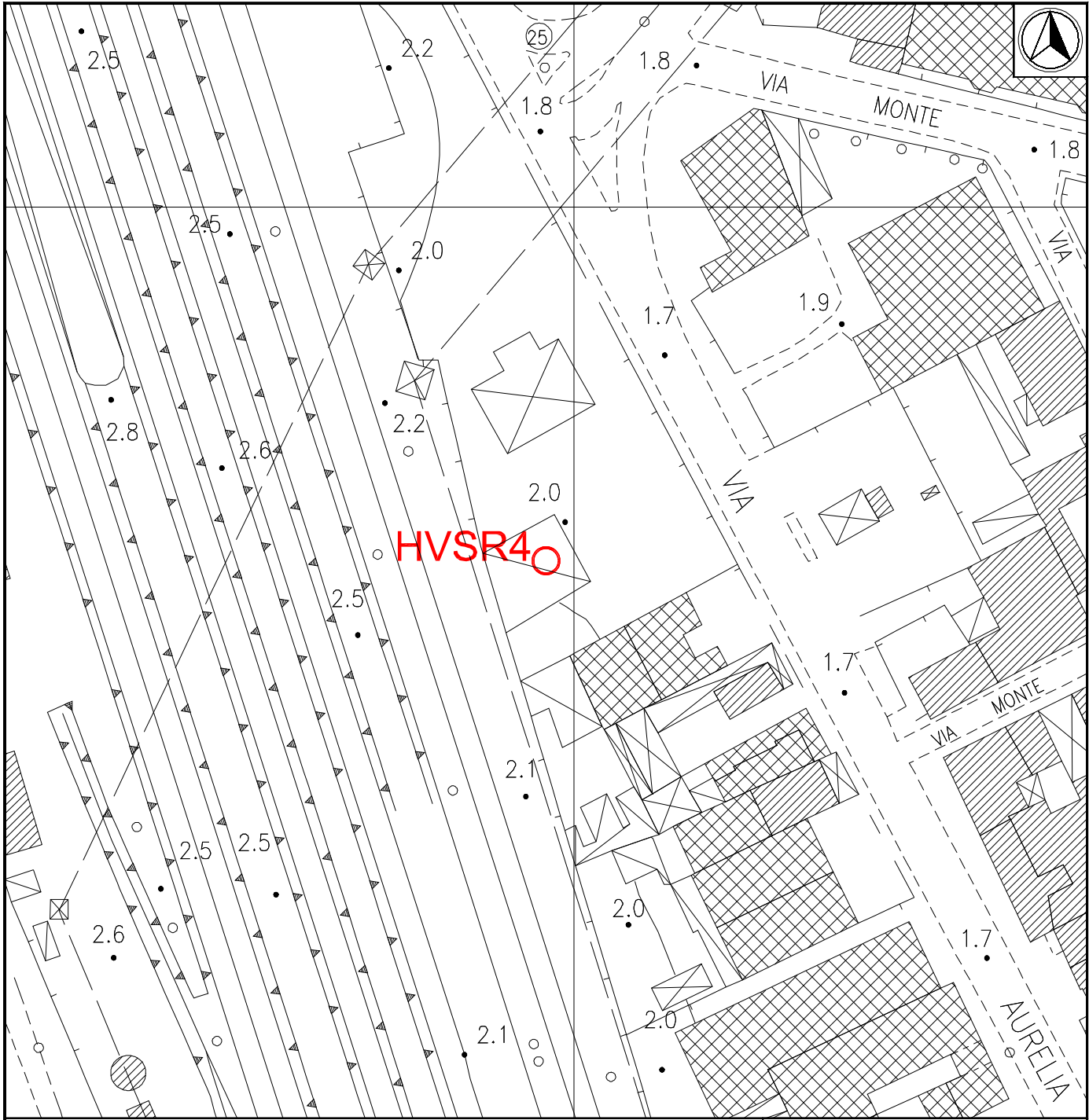
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.34 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	412.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 34	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

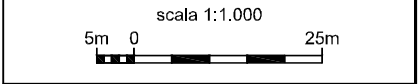
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.266 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.82 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02624 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.00902 < 0.06875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0634 < 2.5	OK	



Legenda

HVSR4 Ubicazione indagine tomografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR4. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVSR4 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIA DEL PASTORE HVSR5

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 24/04/19 10:45:18 Fine registrazione: 24/04/19 11:05:17

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

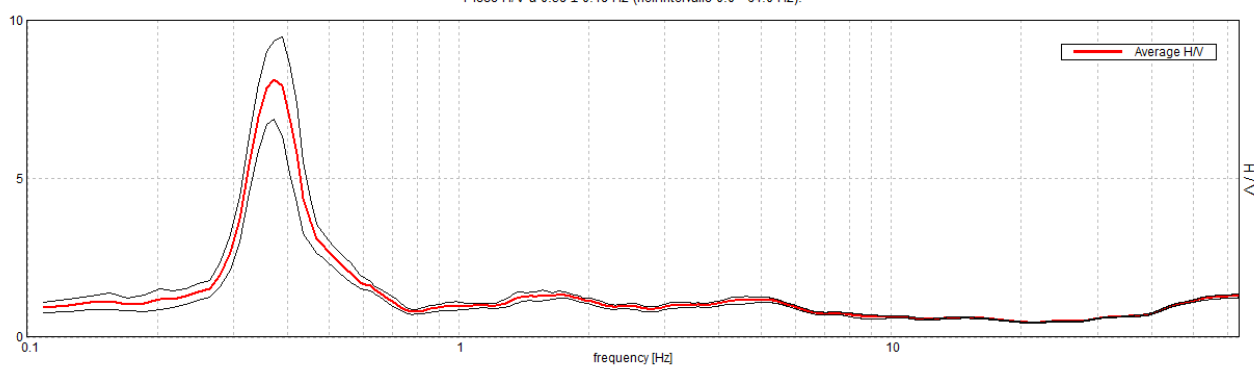
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

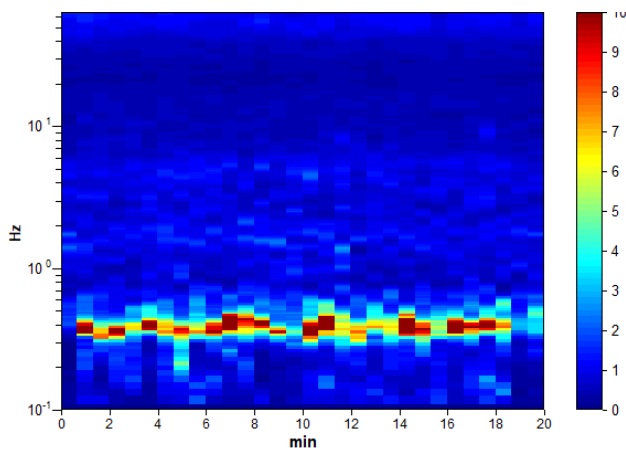
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

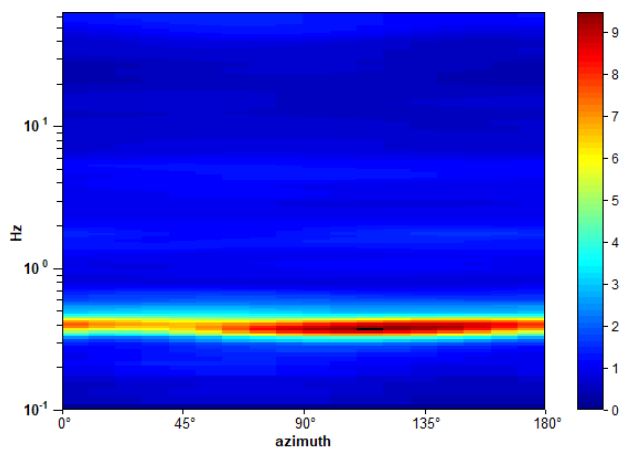
Picco H/V a 0.38 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



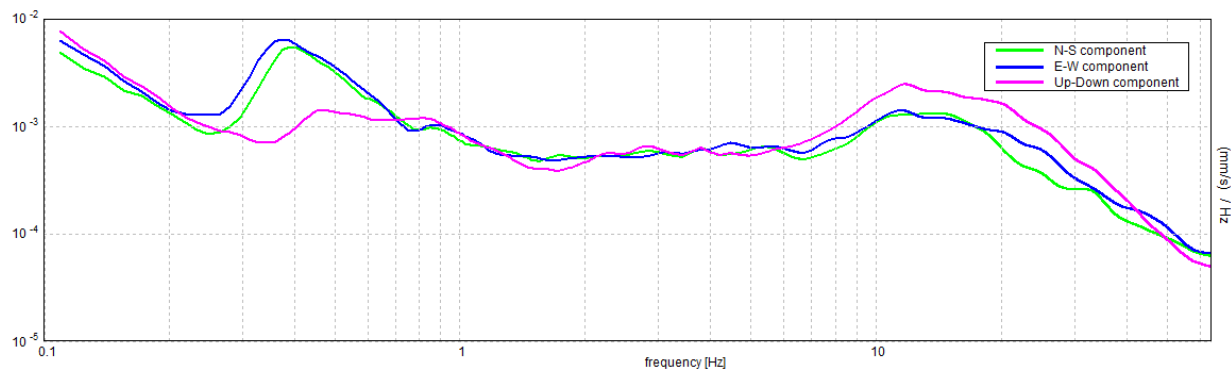
SERIE TEMPORALE H/V



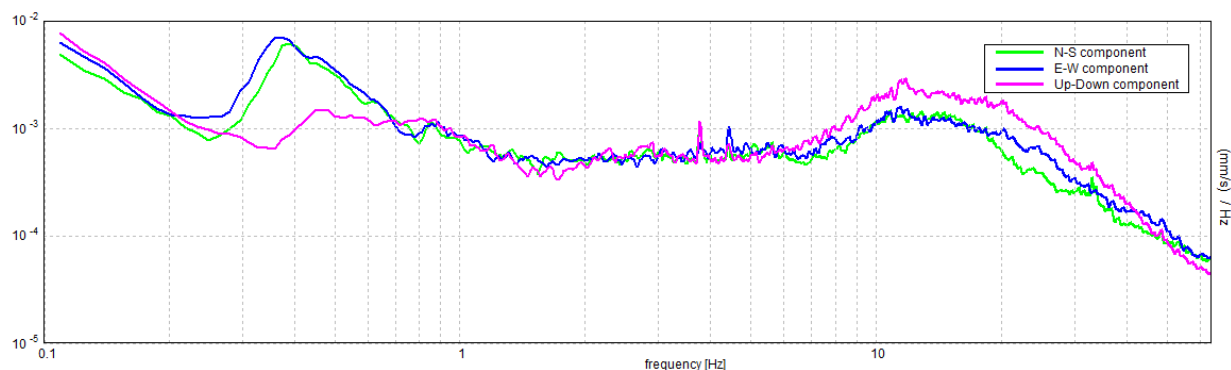
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR5. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.38 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

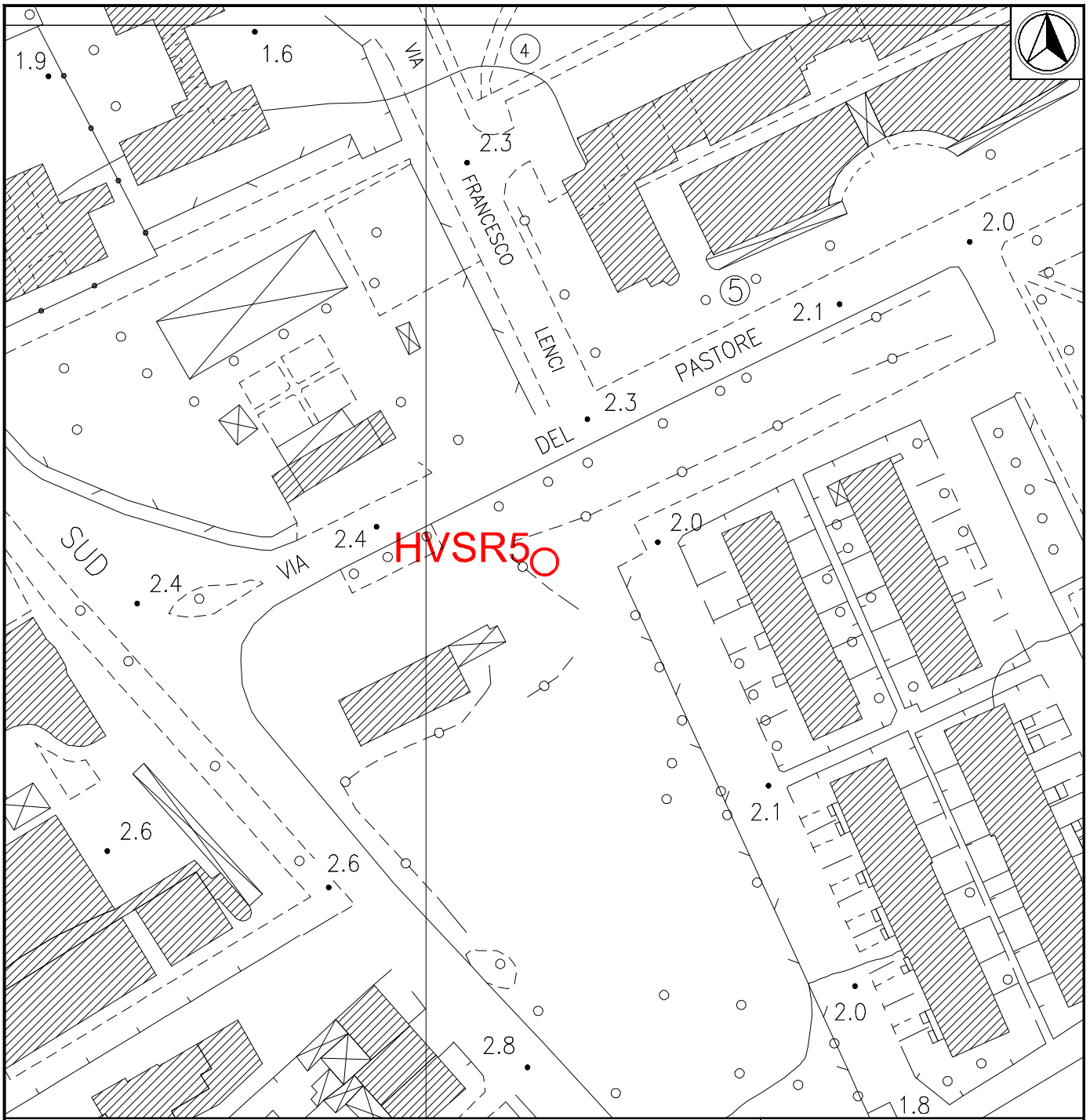
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.38 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	450.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 37	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

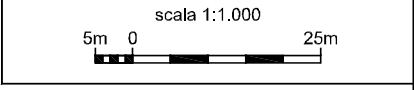
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.453 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.10 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.4874 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.18277 < 0.075		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.224 < 2.5	OK	



Legenda

HVSR5 Ubicazione indagine tomografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR5. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVSR5 - Documentazione fotografica.

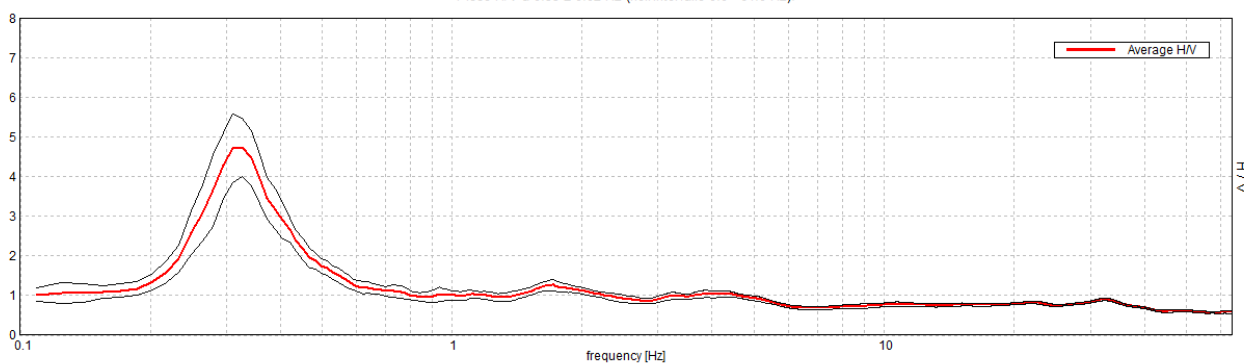
J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIALE DEI TIGLI (01) HVSR6

Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 11:17:51 Fine registrazione: 24/04/19 11:37:50
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

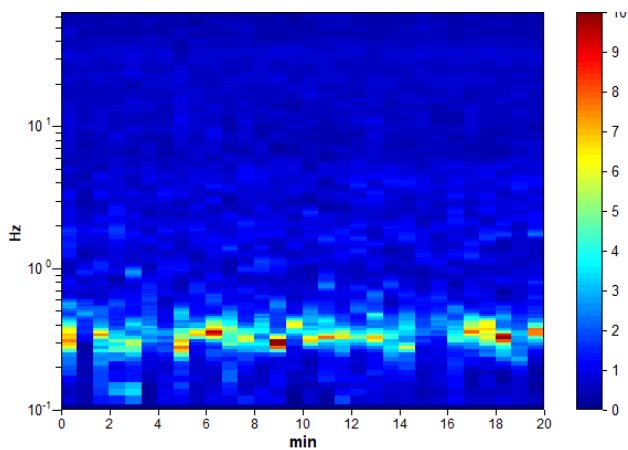
Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

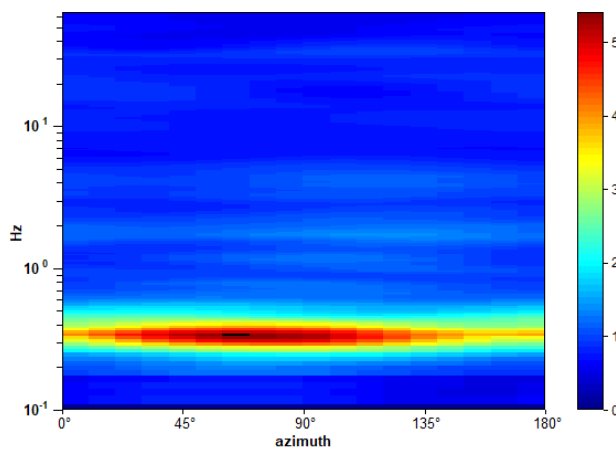
Picco H/V a 0.33 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



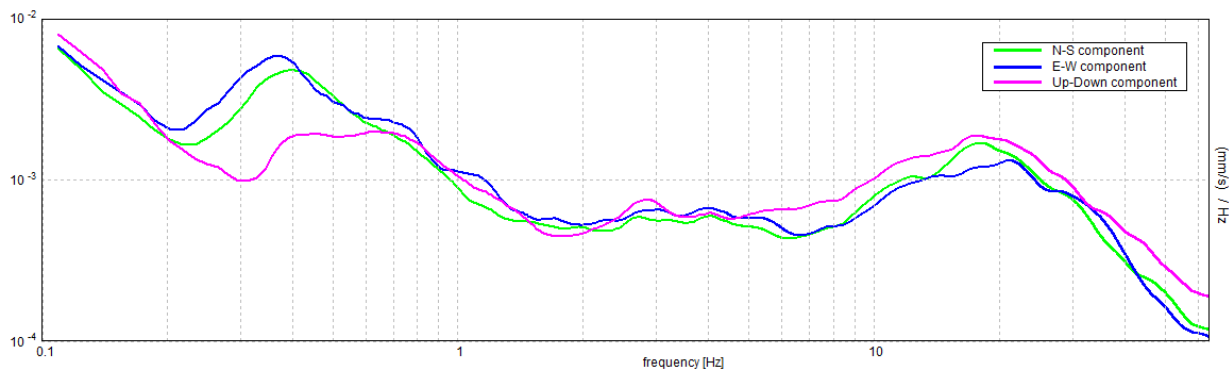
SERIE TEMPORALE H/V



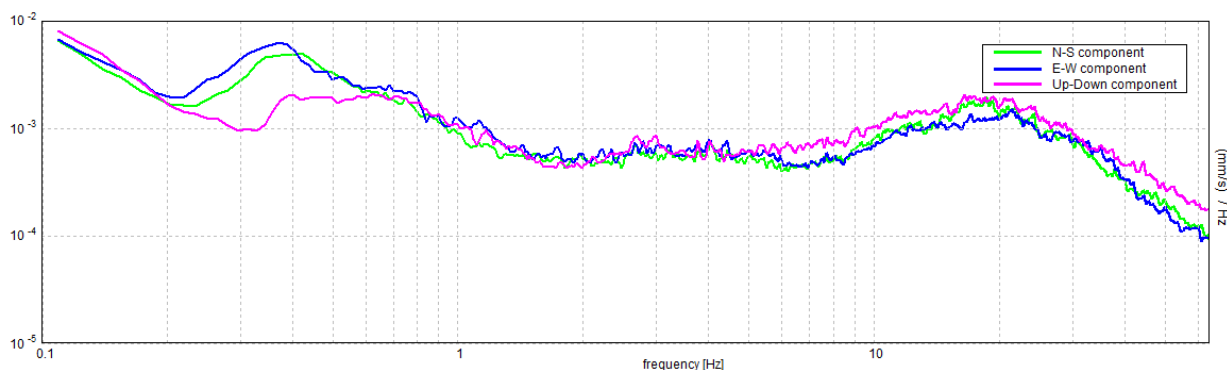
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR6. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.33 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

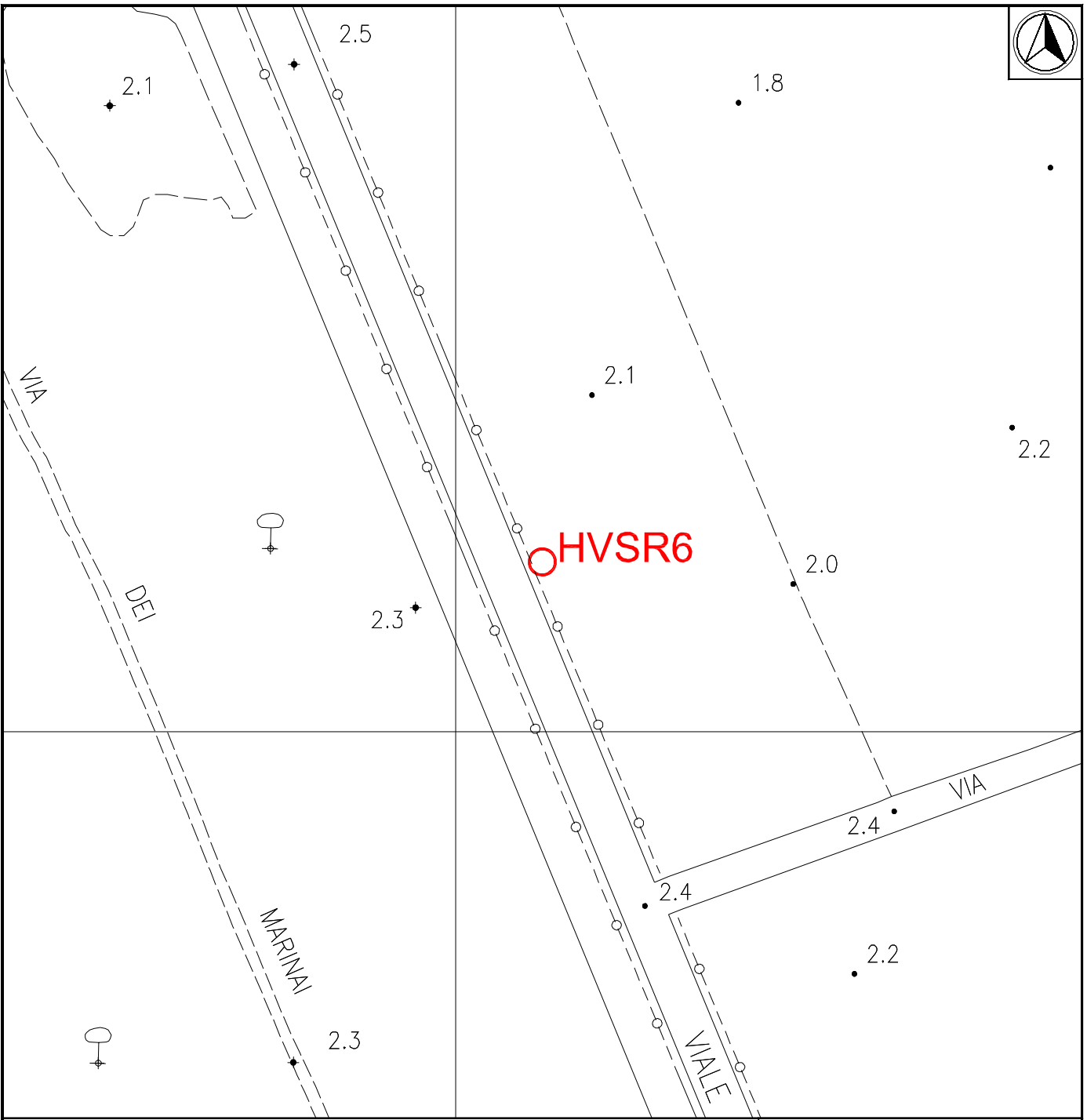
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.33 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$393.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 32	OK	


Criteri per un picco H/V chiaro

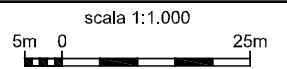
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.453 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.74 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05288 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01735 < 0.06563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7427 < 2.5$	OK	



Legenda

HVSR6  Ubicazione indagine tomografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR6. Dettaglio.



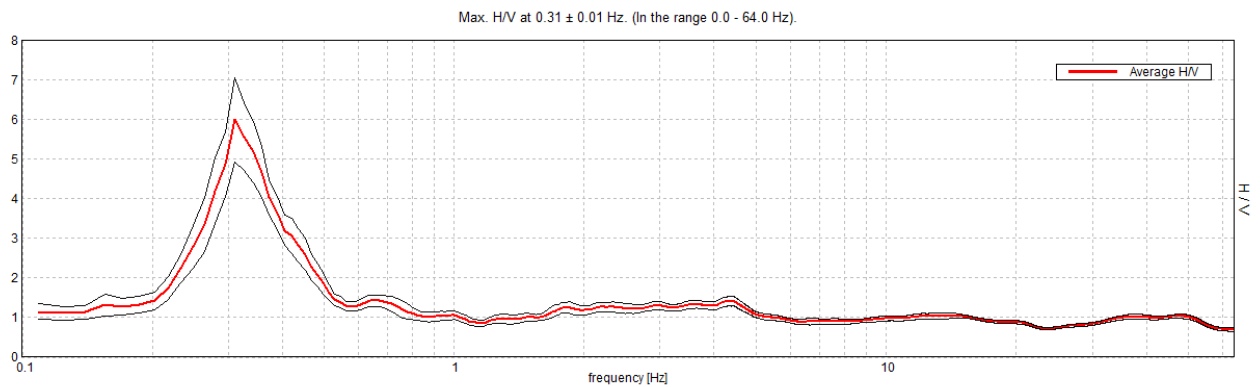
Indagine Tromografica – HVSR6 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIALE DEI TIGLI (02) HVSR7

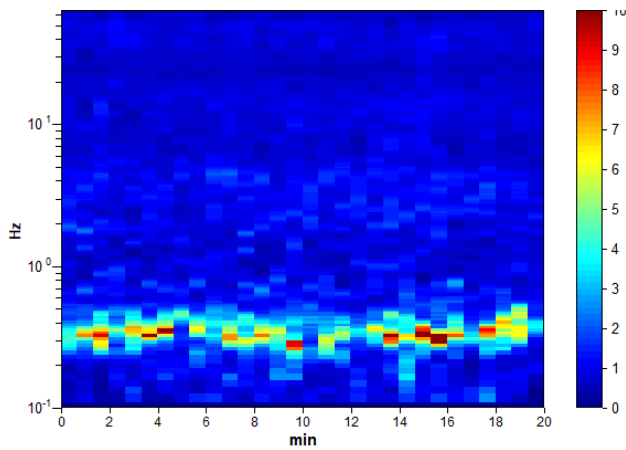
Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 11:47:47 Fine registrazione: 24/04/19 12:07:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

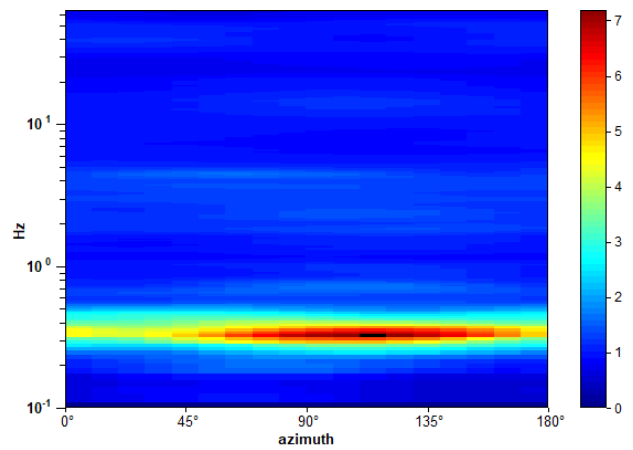
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



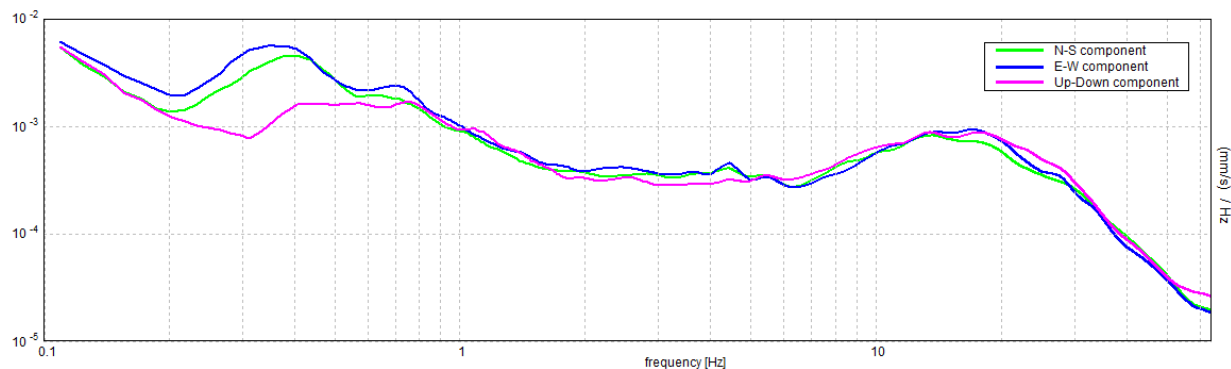
SERIE TEMPORALE H/V



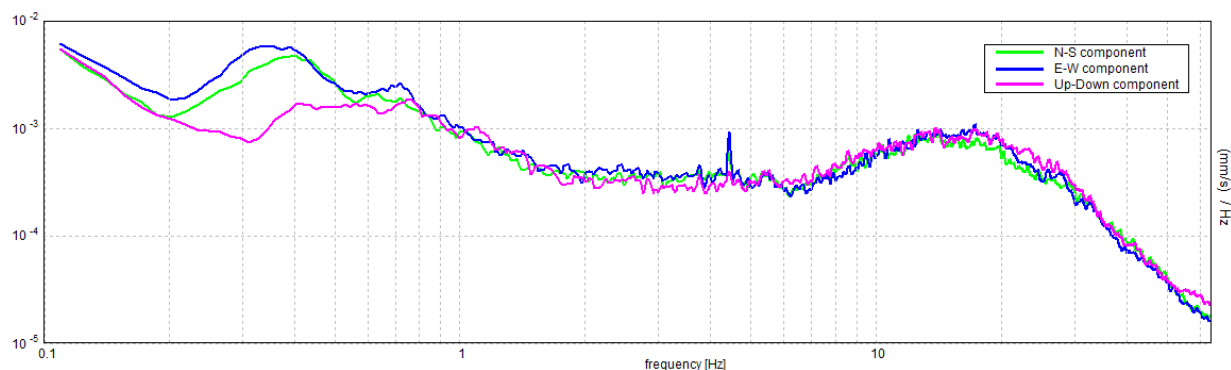
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR7. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.31 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

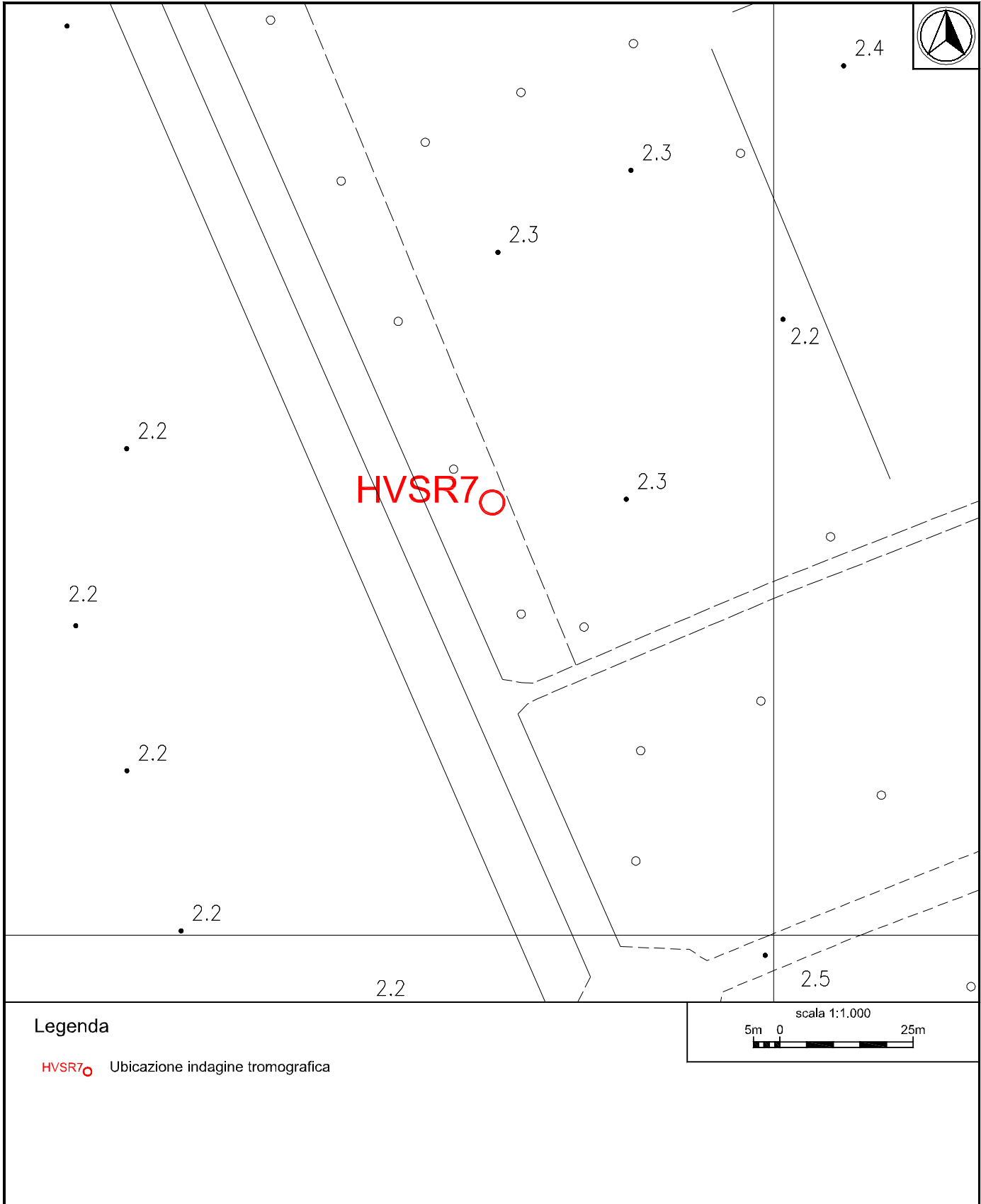
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$375.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.98 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02236 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00699 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0635 < 2.5$	OK	



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR7. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVS7 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, VIA AURELIA SUD HVSR8

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 24/04/19 12:18:19 Fine registrazione: 24/04/19 12:38:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

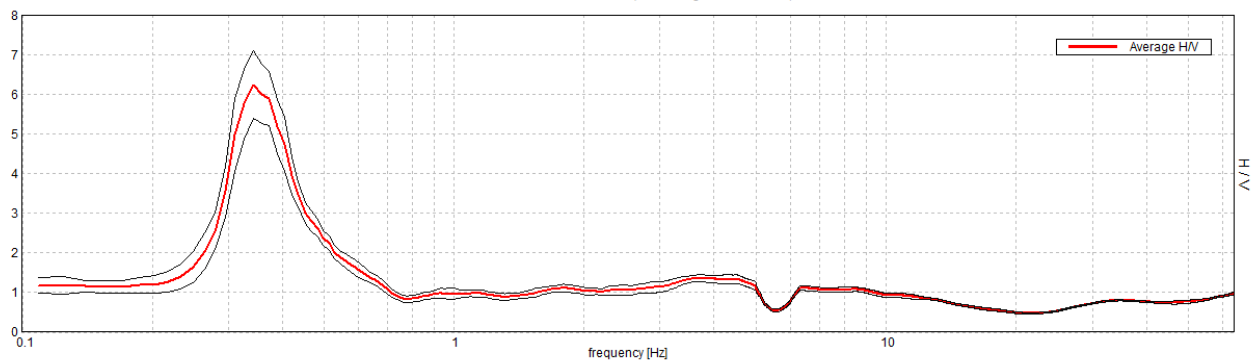
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

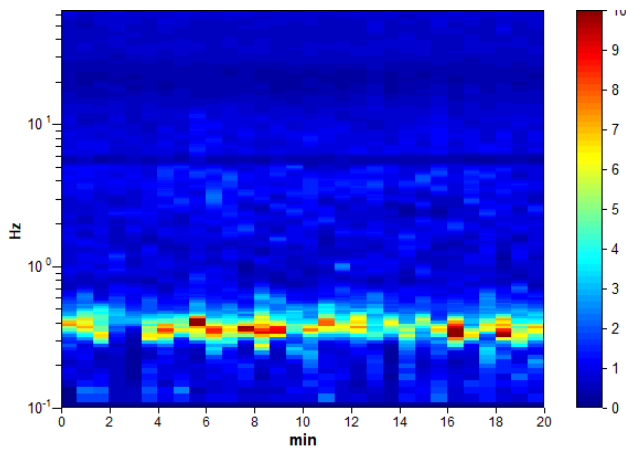
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

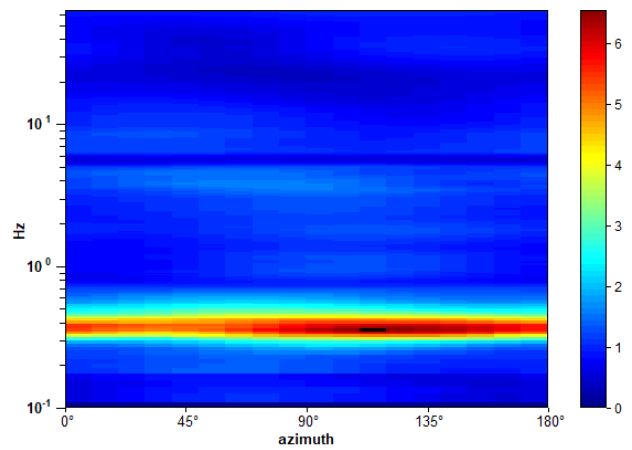
Max. H/V at 0.34 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



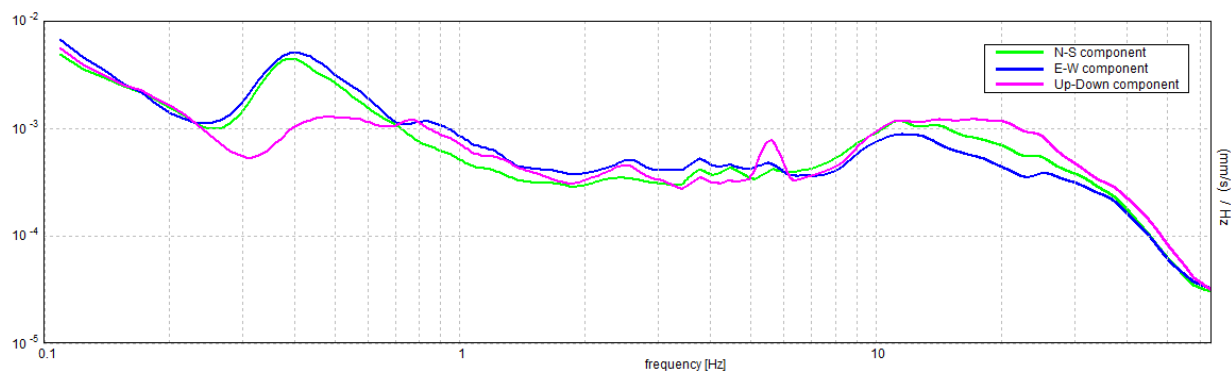
SERIE TEMPORALE H/V



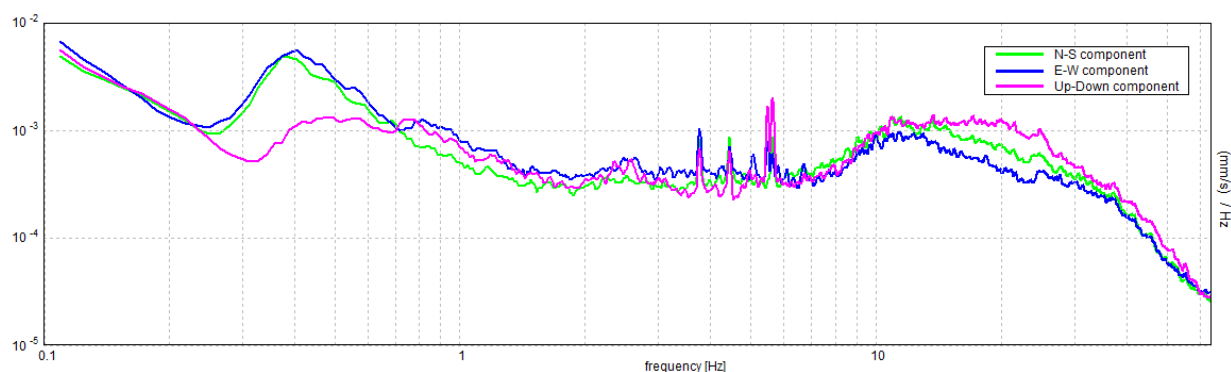
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR8. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.34 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

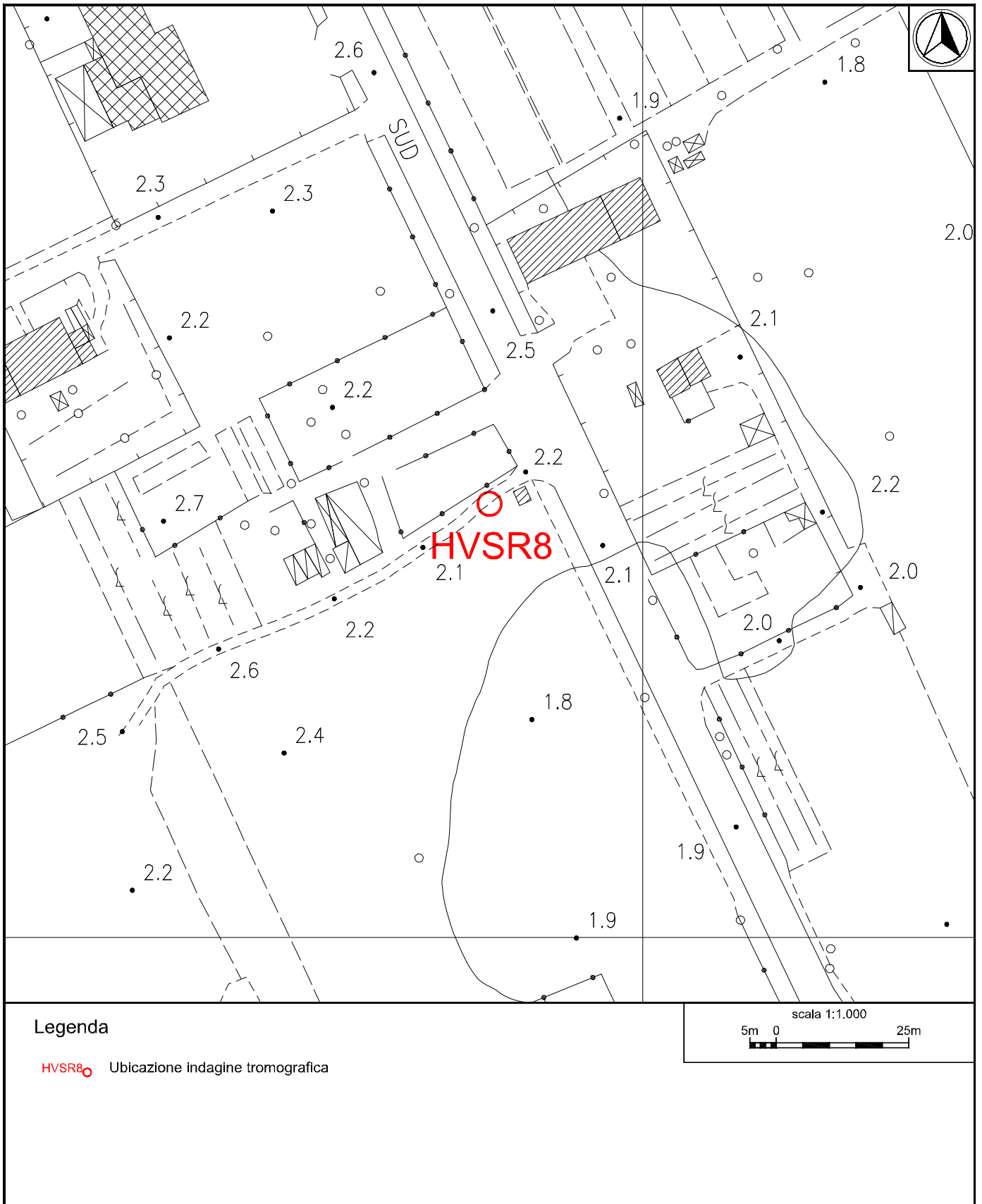
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.34 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	412.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 34	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.453 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.24 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06042 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02077 < 0.06875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8534 < 2.5	OK	



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR8. Dettaglio.



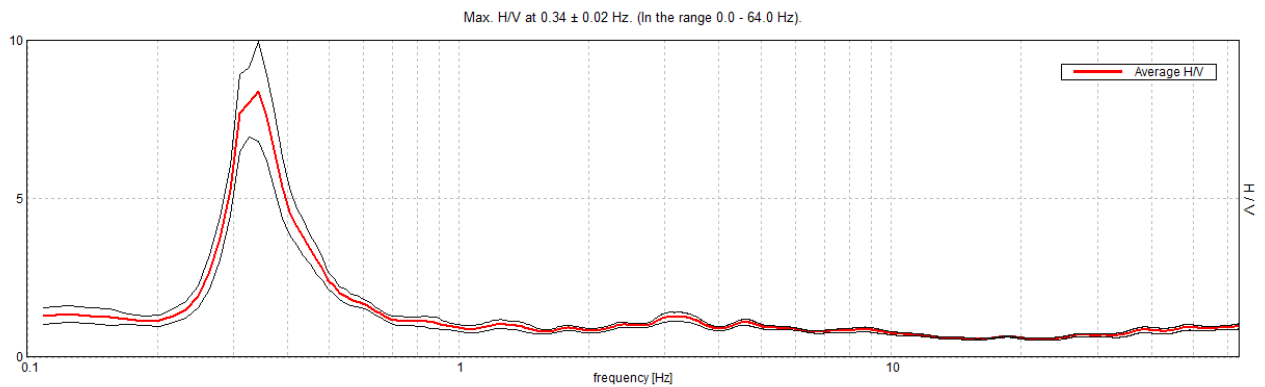
Indagine Tromografica – HVSR8 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, TORRE DEL LAGO CENTRO HVSR9

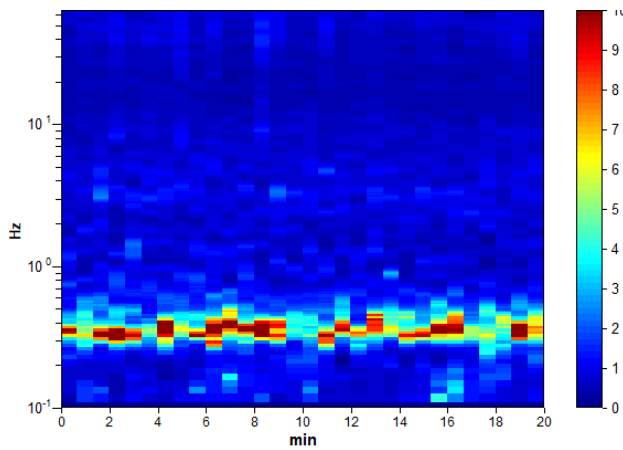
Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 12:48:47 Fine registrazione: 24/04/19 13:08:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

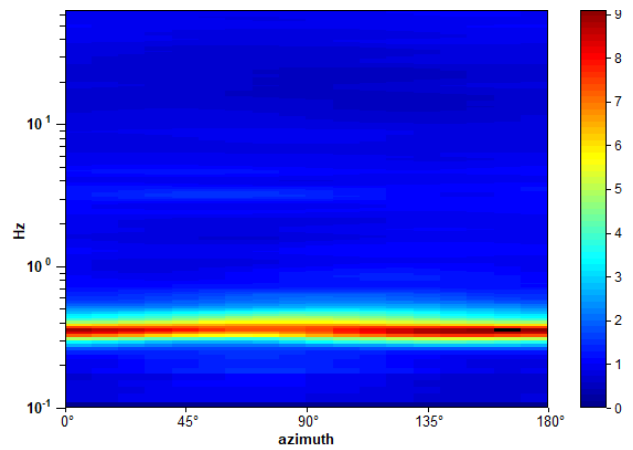
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



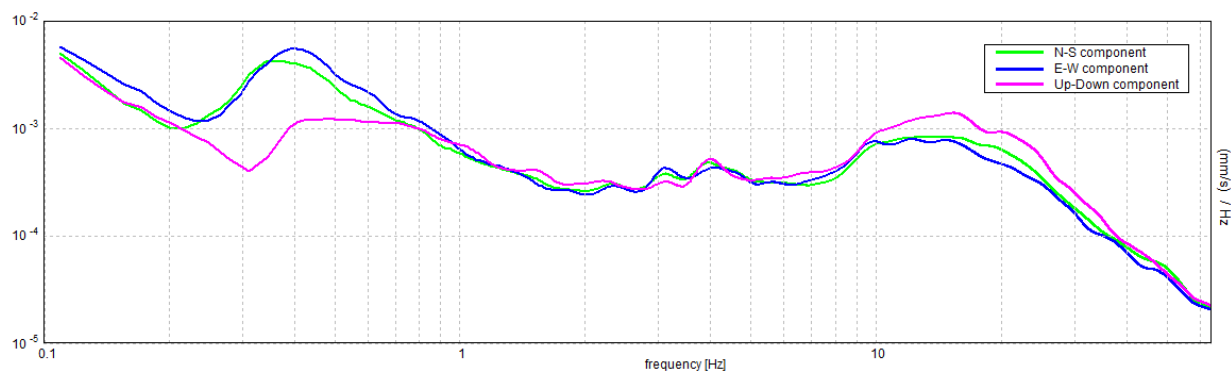
SERIE TEMPORALE H/V



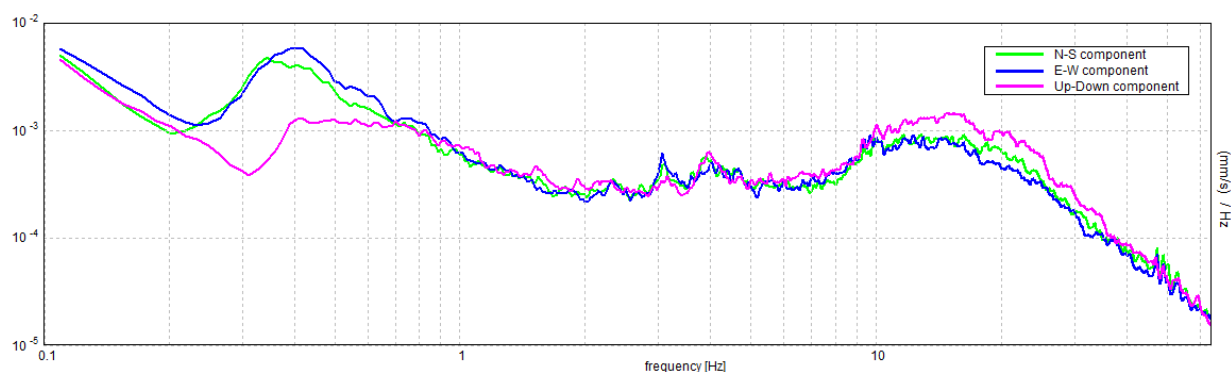
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR9. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.34 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

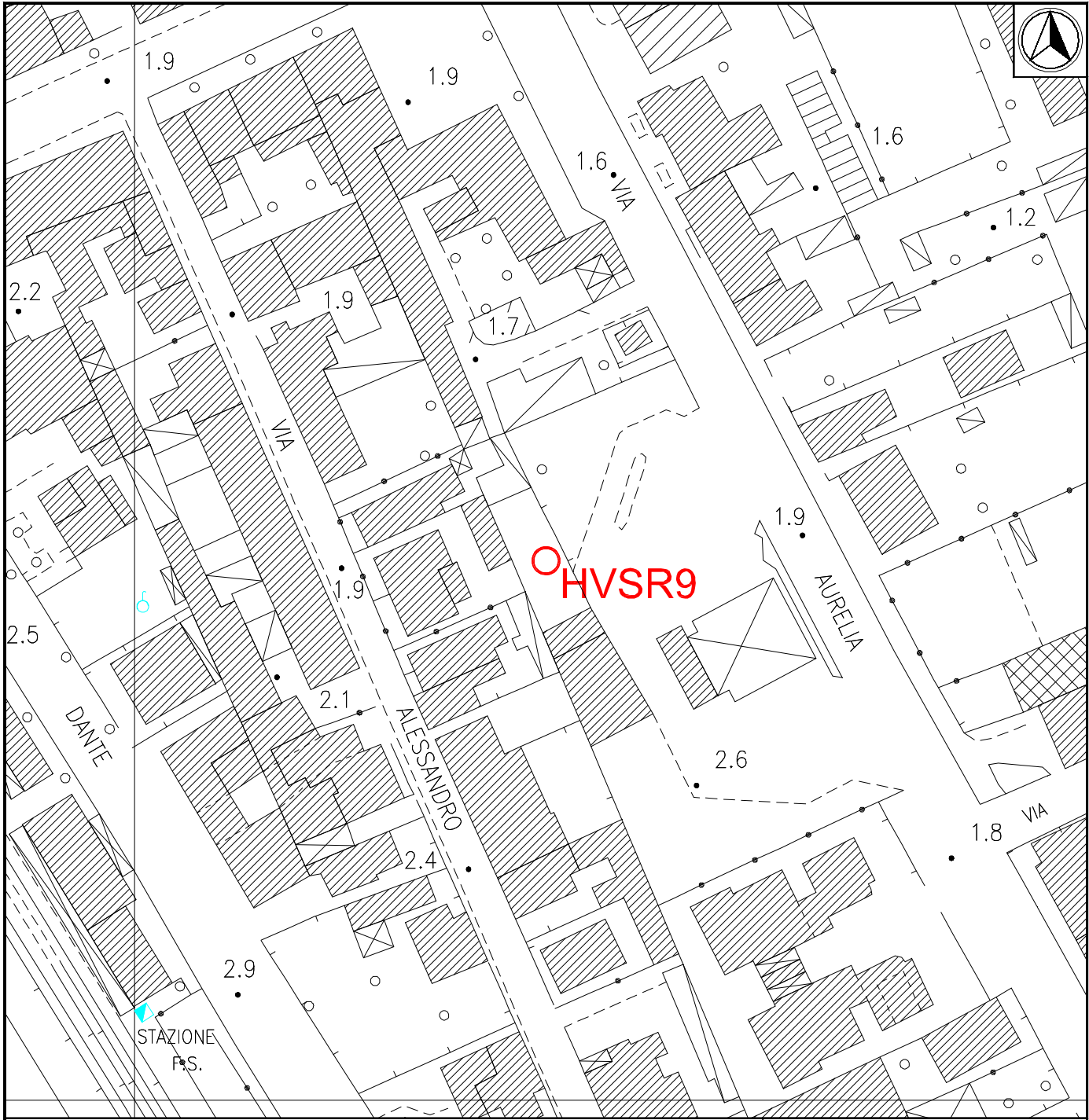
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.34 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	412.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 34	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

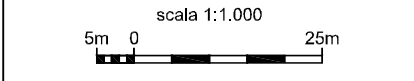
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.422 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.38 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04695 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01614 < 0.06875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.566 < 2.5	OK	



Legenda

HVSR9 Ubicazione indagine tromografica



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSR9. Dettaglio.



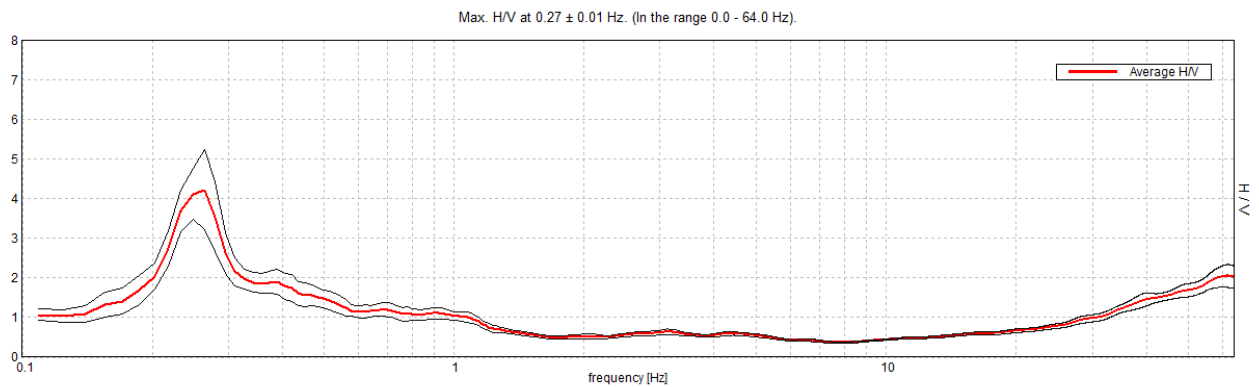
Indagine Tromografica – HVSr9 - Documentazione fotografica.

J19042_04_24_VIAREGGIO_TR, TORRE DEL LAGO LUNGOMARE HVSR10

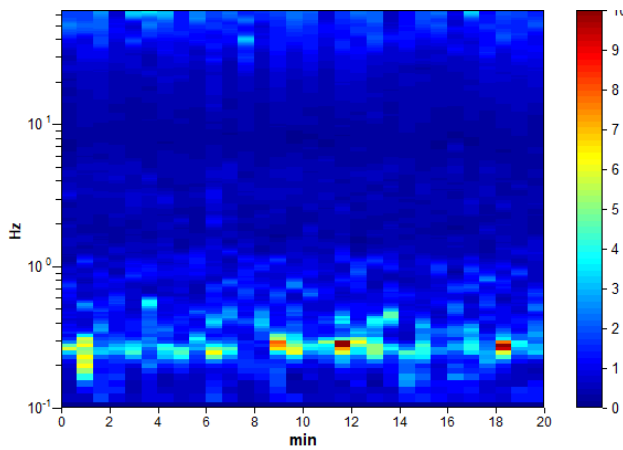
Strumento: TEP-0085/01-10
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 24/04/19 12:48:47 Fine registrazione: 24/04/19 13:08:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

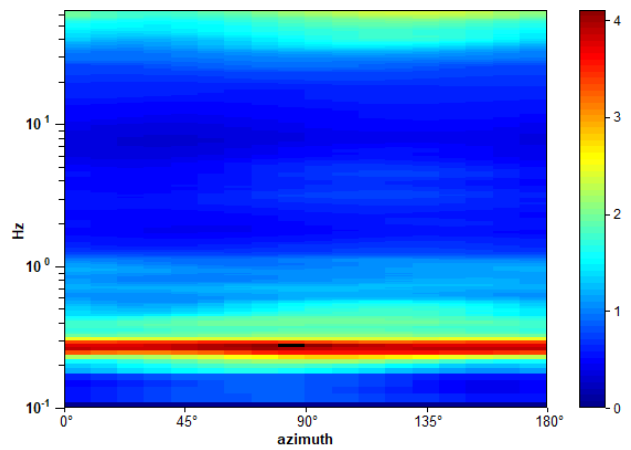
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



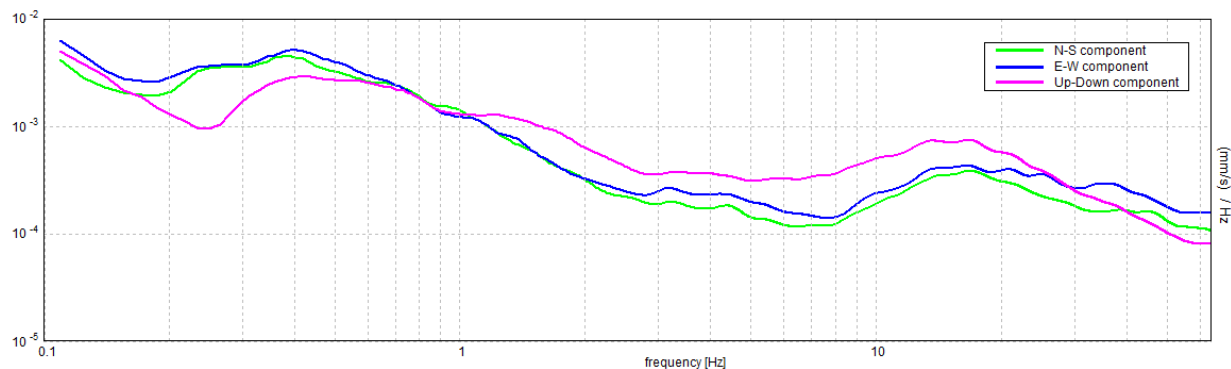
SERIE TEMPORALE H/V



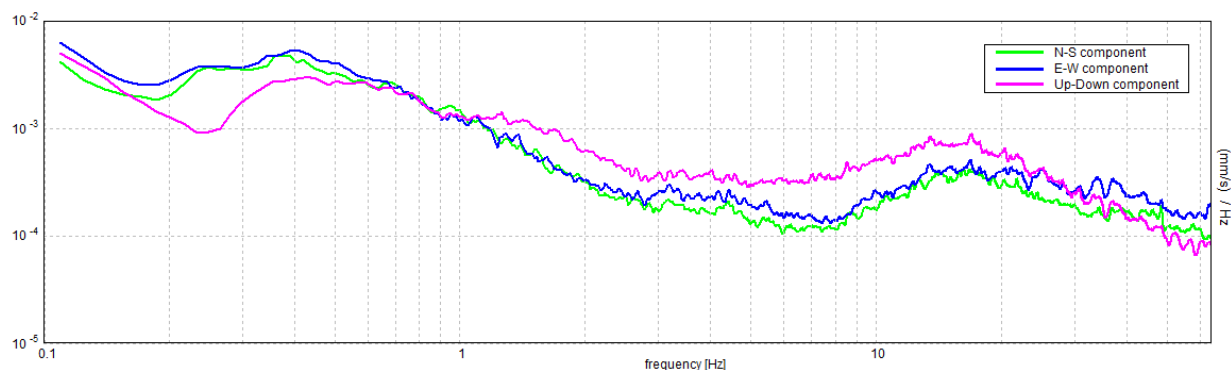
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (Con lisciamento all'1%)



HVSR10. Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005:

Picco H/V a 0.27 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

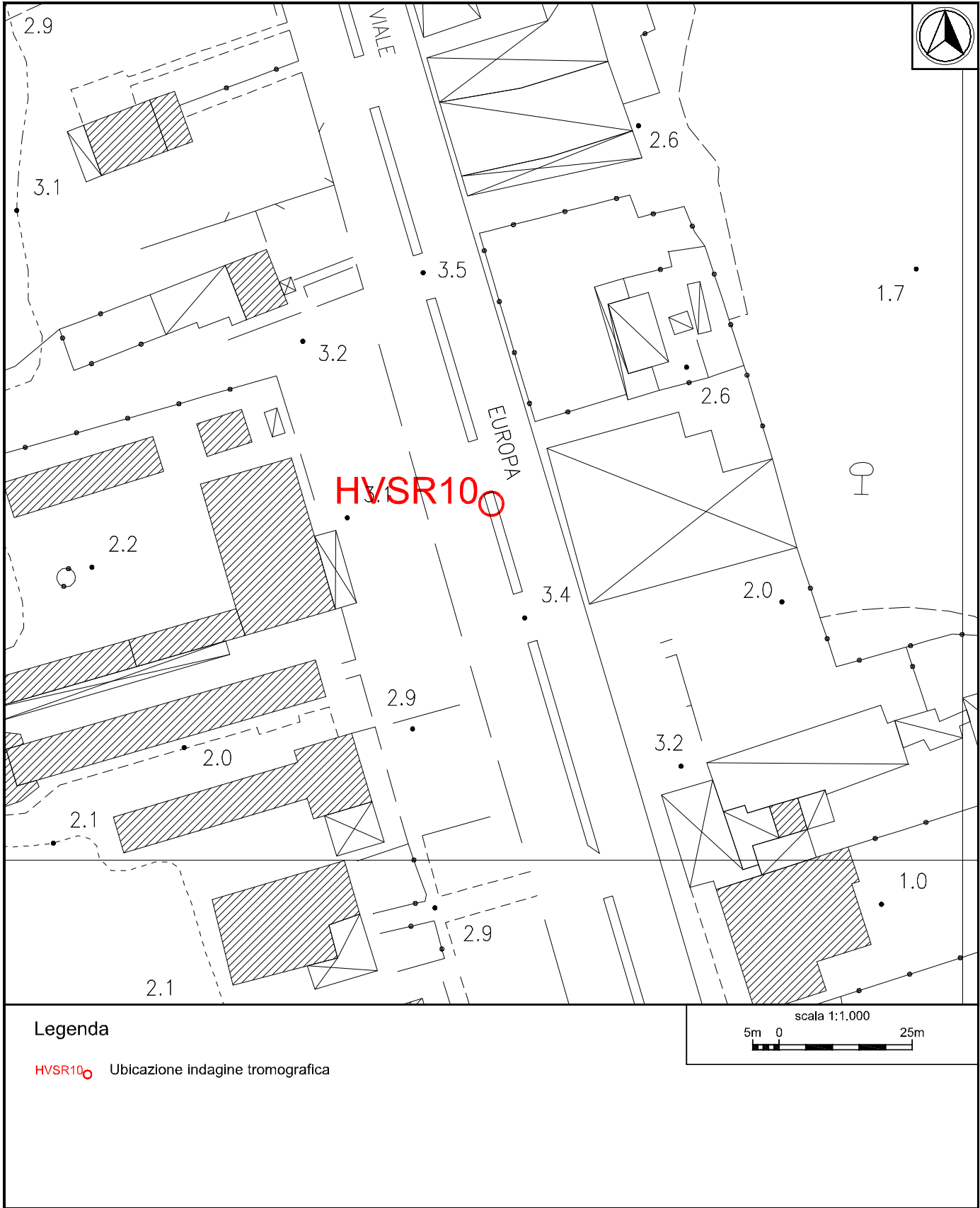
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.27 > 0.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	318.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 26	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.328 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.22 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05476 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01455 < 0.05313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0001 < 2.5	OK	



Ubicazione indagine in sismica passiva HVSr10. Dettaglio.



Indagine Tromografica – HVS10 - Documentazione fotografica.